2e ANNÉE N° 12 30 JUIN 1891

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LES ORIGINES DU TRAIT DE PERSPECTIVE

PIETRO DELLA FRANCESCA ET SON ÉCOLE; ALBERT DURER ET COMMANDIN

Les anciens se sont beaucoup occupés de la science générale des aspects (*opticus*, *ars benè videndi*,...), mais ils ne nous ont rien laissé sur le problème qui consiste à construire graphiquement la perspective linéaire d'un objet, étant données les positions relatives de cet objet, du tableau et du point de vue.

Il faut arriver jusqu'au milieu du XVe siècle pour rencontrer la première solution exacte de ce problème. On attribue cette solution à Pietro della Francesca qui, né en 1399 au bourg du Saint-Sépulcre, en Toscane, décora le palais d'Urbin et peignit au Vatican des fresques que remplacèrent un peu plus tard celles de Raphaël. Ses tableaux, parmi lesquels on cite particulièrement une *Résurrection* et un *Songe de Constantin*, étaient fort appréciés de ses contemporains; on y admirait surtout de savants effets de raccourci et une habile distribution des clairs et des ombres.

Vasari nous apprend que Pietro avait, dans sa vieillesse, composé, sans les publier, plusieurs livres intéressants sur la géométrie et sur la perspective, et qu'après sa mort, en 1484, ces écrits tombèrent entre les mains d'un disciple indélicat, Fra Lucas di Borgo, qui se les appropria et osa les faire imprimer sous son propre nom. Cet ouvrage, où l'on remarquait, dit-on, plusieurs figures gravées d'après des dessins de Léonard de Vinci, est devenu très rare, et, en réalité, nous ne connaissons les tracés de Piétro et de son école que par les productions du chanoine Viator et de l'architecte Serlio.

Avant de faire connaître ces tracés, il convient, pour les rendre intelligibles et pour éviter des redites fastidieuses, de donner quelques définitions, d'ailleurs fort simples.

I

Nous désignerons par OX le bord horizontal inférieur du tableau (fig. 1), par OZ le bord vertical

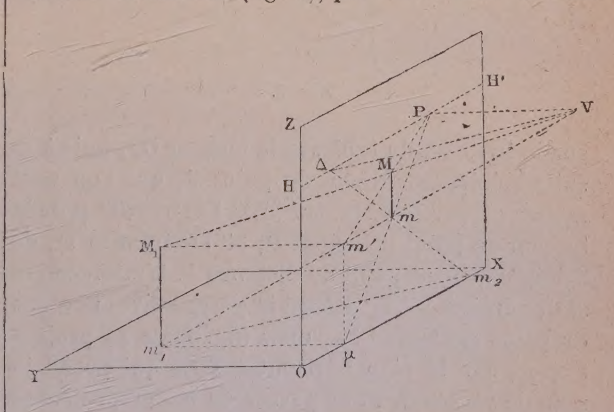


Fig. 1.

de gauche et par OY la perpendiculaire au tableau élevée par le point O et située en arrière de ce plan.

M_1 étant un point quelconque de l'espace, nous appelerons respectivement *largeur*, *éloignement* et *hauteur* les coordonnées $O\mu$, μm_1, $m_1 M_1$ de ce point par rapport aux trois axes rectangulaires OX, OY, OZ; il est clair que, pour mettre un objet en perspective, il faut connaître les coordonnées de chacun

de ses points. De plus, comme la perspective d'un point M_1 est la trace M sur le tableau du rayon visuel VM_1 qui joint l'œil V du spectateur au point considéré M_1, il faut aussi connaître les coordonnées de l'œil par rapport aux mêmes axes, ou, ce qui revient au même, la projection orthogonale P du point de vue V sur le tableau, ainsi que l'éloignement PV de ce point de vue. On donne au point P le nom de *point principal*, à l'éloignement PV le nom de *distance*, et à l'horizontale HH' du tableau, menée par P, le nom de *ligne d'horizon*. Enfin on appelle *point de distance* le point Δ que l'on obtient en portant sur la ligne d'horizon à partir du point P, du côté de ce point où on a le plus de place, une longueur PΔ égale à la distance VP.

II

Ces préliminaires établis, voici le trait de Piétro, tel qu'il est décrit, fort clairement d'ailleurs, mais sans explication théorique, dans l'ouvrage publié par Viator en 1509.

Après avoir placé sur le tableau le point principal P, la ligne d'horizon HH' et le point de distance Δ (fig. 2), on porte, à partir du point O,

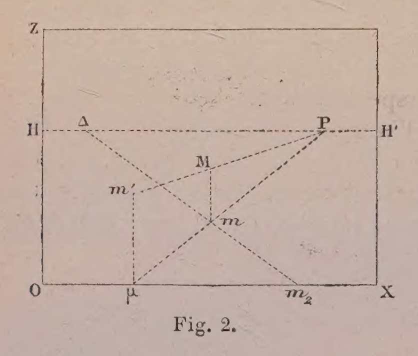


Fig. 2.

sur la base OX du tableau, la largeur Oμ, puis à la suite l'éloignement μm_2 du point M_1 que l'on veut mettre en perspective. On joint l'extrémité μ de la largeur au point principal P, et l'extrémité m_2 de l'éloignement au point de distance Δ. L'intersection m des droites μP et m_2Δ est la perspective, non pas du point considéré M_1, mais (fig. 1) de sa projection m_1 sur le plan horizontal YOX qui prend le nom de *géométral*. Pour passer de la perspective m du point m_1 (fig. 2), à la perspective M du point M_1, on porte la hauteur en $\mu m'$, à partir du point μ, sur la verticale de ce point, et l'on prend l'intersection M de la verticale du point m et de la droite m'P.

L'explication de ce trait est fort aisée de nos jours; elle résulte immédiatement de la notion *du point de fuite d'une droite;* on entend par là la perspective du point situé à l'infini sur la droite ; c'est par conséquent le point où la parallèle menée par l'œil à cette droite perce le tableau. Comme VP (fig. 1) est perpendiculaire au tableau et que VΔ est une horizontale formant avec ce plan un angle de 45°, on voit que le point principal P est le point de fuite de toutes les droites normales au tableau, et que le point de distance Δ est le point de fuite des horizontales inclinées à 45° sur le tableau et dirigées de gauche à droite ou de droite à gauche suivant que le point Δ est à gauche ou à droite de P. Ces remarques faites, imaginons, par la projection horizontale m_1 du point considéré M_1, deux droites situées dans le géométral, l'une $m_1\mu$ perpendiculaire à la base du tableau, l'autre $m_1 m_2$ dirigée de droite à gauche et faisant un angle de 45° avec cette base OX. La première, rencontrant le tableau au point μ, a pour perspective Pμ (fig 2); et la seconde, rencontrant le tableau en m_2, a pour perspective Δ m_2; l'intersection m de Pμ et de Δ m_2 est donc la perspective de m_1. Quant à la perspective du point M_1, elle doit appartenir à la verticale du point m, puisque les verticales restent verticales en perspective ; elle doit appartenir aussi à la perspective de la perpendiculaire abaissée de M_1 sur le tableau; or la perspective de cette droite est Pm', puisque le point où le tableau rencontre cette perpendiculaire a même largeur et même éloignement que le point M_1, et, par suite, n'est autre que le point m' défini dans l'alinéa précédent.

Certes, ces considérations sont fort simples ! Mais si facile qu'elle nous paraisse, cette théorie n'est point celle qui a conduit au tracé de Piétro. Trop savante pour l'époque, elle suppose, sur les points de fuite, des notions qui ne devaient se faire jour qu'un siècle plus tard. Aussi bien, le trait de Piétro est trop parfait pour avoir été créé tout d'une pièce. Mais par quelle série de considérations y est-on parvenu? Et surtout, comment le point de distance s'est-il introduit indépendamment de la propriété dont il jouit d'être le point de fuite des horizontales à 45°? Telles sont les questions auxquelles nous avons l'intention de répondre. Qu'on nous permette toutefois d'ajourner un moment cette réponse; exposée prématurément, notre opinion risquerait de ne paraître que plausible, tandis que l'étude préalable de l'ouvrage de Serlio fournira à notre thèse des arguments irrésistibles.

III

Serlio, né à Bologne en 1475, est mort en 1551 à Fontainebleau où il avait été appelé par François Ier et où il a construit la grande cour du palais qui avoisine la pièce d'eau. Cet éminent architecte n'avait que fort peu de géométrie, ce qui, comme disait Pascal parlant du chevalier de Méré, est assurément « un grand défaut ». Dans la partie de son livre qui concerne la perspective, Serlio ne fait que rapporter, et parfois d'une

manière incorrecte ou incomplète, les tracés en usage dans l'école de Pietro.

Nous voulons seulement ici appeler l'attention ur le problème qui consiste à faire la perspective l'un carré horizontal vu de front. Le carré ainsi lisposé est sans contredit l'une des premières figures lont on ait cherché la perspective, d'abord parce u'il se présente fréquemment dans la pratique, uis, parce qu'on l'emploie souvent comme figure uxiliaire à laquelle on rattache d'autres figures lont on simplifie de la sorte la mise en perspective. a solution est immédiate quand on sait que les oints de distance sont les points de fuite des horiontales à 45° et par conséquent des diagonales du arré ABCD placé comme nous le supposons. ab tant (fig. 3) la perspective donnée du côté de front ntérieur, il suffit, après avoir tiré Pa et Pb, de nener $a\,\Delta$ qui, par sa rencontre avec Pb, donne la erspective c du sommet C opposé à A; la paralèle à ab menée par c fournit ensuite la perspecive d du quatrième sommet.

Serlio procède autrement. Après avoir tracé Pa t Pb, il joint le point a, non pas au point Δ, mais à n point λ obtenu en prolongeant ab d'une longueur bi égale à la distance et projetant le point i sur la

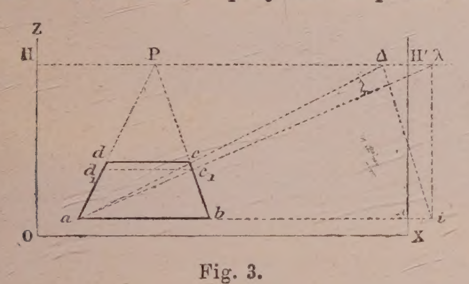


Fig. 3.

igne d'horizon HH'. Ce tracé est fautif; la figure abc_1d_1 ainsi trouvée est bien la perspective d'un arré horizontal vu de front, mais pour un obserateur placé à la distance Pλ et non pas à la disance bi ou PΔ.

Il est vrai que dans un autre passage de son livre erlio donne un tracé exact fondé sur l'emploi du nême point λ. Ce trait consiste (fig. 4) à prendre

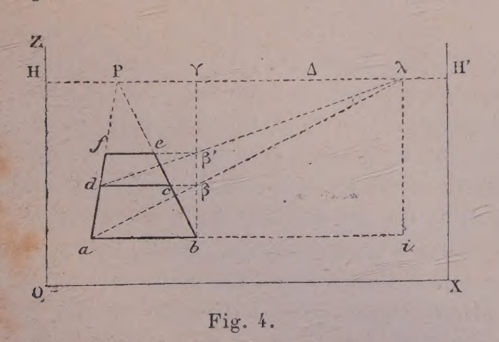


Fig. 4.

'intersection β de $a\lambda$ avec la perpendiculaire $b\gamma$ baissée par le point b sur la ligne d'horizon, puis à mener par ce point β la parallèle βcd à ab. Mais il se trompe ensuite lorsqu'il veut placer sur cd un nouveau carré situé en arrière du premier; il joint $d\lambda$ et, par l'intersection β' de $d\lambda$ avec $b\gamma$, il mène $\beta' ef$ parallèle à ab.

Pour montrer que la construction du premier carré ABCD est juste et que celle du second CDEF est fausse, proposons-nous le problème suivant:

Étant donnés (fig. 5) le point P, le point de distance Δ, une horizontale de front ab et une perpendiculaire $\gamma\omega$ à la ligne d'horizon HH', trouver sur HH' un point λ tel que, si l'on tire Pa, Pb, $a\lambda$, et si, par l'intersection β de $\omega\gamma$ et de $a\lambda$, on mène βcd parallèle à ab, la figure $abcd$ soit la perspective d'un carré horizontal.

On obtient le point cherché λ en construisant d'abord la perspective $abcd$ du carré ABCD à l'aide

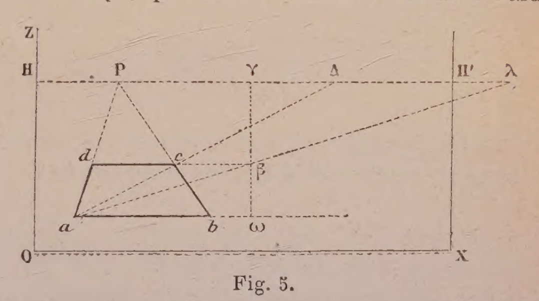


Fig. 5.

de la perspective $a\Delta$ de la diagonale AC, puis en prenant l'intersection β de dc et de $\gamma\omega$ et menant $a\beta$, jusqu'à sa rencontre avec HH'.

Or la figure donne les proportions :

$$\frac{\gamma\lambda}{a\omega}=\frac{\beta\gamma}{\beta\omega}=\frac{cP}{cb}=\frac{P\Delta}{ab},$$

d'où résulte la formule :

$$\gamma\lambda=\frac{P\Delta}{ab}\,a\omega.$$

Donc, si $a\omega = ab$, on a $\gamma\lambda = P\Delta$, ce qui justifie le tracé de Serlio pour le premier carré $abcd$. Mais si $a\omega$ est plus grand que ab, $\gamma\lambda$ sera plus grand que PΔ, ce qui prouve la fausseté du trait relatif au second carré $cdef$, car alors $d\beta$ étant supérieur à dc (fig. 4), $\gamma\lambda$ devrait être supérieur à PΔ, tandis qu'il lui est égal dans le tracé de Serlio.

IV

D'après ce que nous venons de voir dans l'ouvrage de Serlio, il existait dans l'École de Pietro, à côté du trait indiqué par Viator pour la perspective du carré, un autre trait classique d'une exactitude incontestable. Dans l'un on fait intervenir le point de distance Δ; dans l'autre on emploie un autre point λ de la ligne d'horizon. De ces deux traits que nous désignerons respectivement par (Δ) et (λ), quel est le plus ancien? C'est

assurément le trait (λ). On ne saurait avoir le moindre doute à ce sujet : quel savant ou quel artiste, une fois en possession du trait (Δ), l'eût abandonné pour un trait moins simple et fondé sur l'emploi d'un point γ moins accessible que Δ? Une seule conjecture est logique : on a rencontré le trait (Δ) en cherchant à simplifier la figure qui constitue le trait (λ). La simplification saute d'ailleurs aux yeux du géomètre le moins expert : c étant (fig. 6) la perspective du sommet C supposée construite au moyen du trait (λ), si l'on

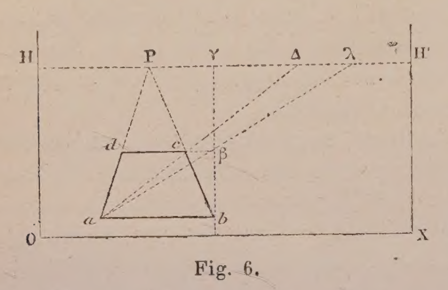


Fig. 6.

nomme Δ (fig. 6) le point où ac coupe HH', on a évidemment, comme au § III, les proportions :

$$\frac{\gamma\lambda}{ab} = \frac{\beta\gamma}{\beta b} = \frac{cP}{cb} = \frac{P\Delta}{ab}.$$

D'où l'on conclut que $P\Delta = \gamma\lambda$, en sorte qu'il suffit, pour obtenir c, de prendre l'intersection de Pb et de la droite $a\Delta$ qui joint le point a au point de distance.

La recherche de l'origine du trait de perspective se trouve dès lors réduite à celle de l'origine du trait (λ).

Or, imaginons qu'on prenne pour plans de projection orthogonale le tableau et un plan perpendiculaire mené par la droite $b\gamma$ qui se trouve ainsi la ligne de terre. Le point de vue V a pour projections P et λ, le point C a pour projections b et a ; le rayon visuel VC se projette donc sur le tableau suivant Pb et sur le plan perpendiculaire suivant $a\lambda$; sa trace c sur le tableau est par suite, d'après une règle élémentaire, à l'intersection de la première projection Pb du rayon visuel et de la ligne de rappel βd du point β où la seconde projection $a\lambda$ du même rayon visuel rencontre la ligne de terre $b\gamma$.

On tombe donc immédiatement et naturellement sur le trait (λ) en cherchant à résoudre le problème de la mise en perspective d'un point par l'application du *trait de stéréotomie*. Comme ce dernier trait remonte sans contredit à l'antiquité la plus reculée, l'idée de l'appliquer au problème de la perspective devait s'offrir la première, et de cette conception à l'exécution il n'y avait qu'un pas, bien aisé à franchir, pour un artiste un peu érudit. Telle est, sans nul doute, l'origine du trait de Pietro.

Si, malgré tout, cette opinion trouvait encor quelques esprits rebelles, l'histoire de l'École qu a suivi celle de Pietro serait éminemment propr à dissiper toute hésitation. Les deux principau représentants de cette seconde École sont le cé lèbre peintre et graveur Albert Durer de Nurem berg (1471-1528) et le chevalier Commandi d'Urbin (1509-1575), le savant commentateur d'Eu clide, d'Archimède et d'Apollonius.

Nous allons, pour compléter notre démonstra tion et terminer cette étude, montrer avec quell dextérité ces deux savants maniaient le trait d stéréotomie, avec quel succès ils l'ont appliqué a problème de la perspective, et enfin de quell manière Commandin est parvenu à en dédui directement le trait (Δ) sans passer par le trait (λ

V

Un objet étant donné par un plan et une éléva tion, que sépare la ligne de terre LT (fig. 7 imaginons qu'on ait marqué sur l'épure la trac horizontale $o_1\, x_1$ du tableau ainsi que les proje tions v et v' du point de vue. La perspective d'un poi

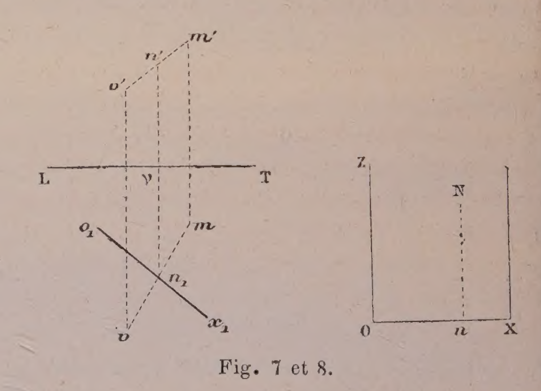


Fig. 7 et 8.

quelconque (m, m') est l'intersection (n_1, n') du rayo visuel $(vm, v'm')$ et du plan vertical o_1x_1 ; mais o n'a de la sorte que les projections de la perspe tive, tandis qu'on veut la perspective elle-mêm Or, on la construit à part sans difficulté, puisqu'on les deux coordonnées $o_1\, n_1$ et $\gamma n'$ du point $(n_1\, n')$ pa rapport au bord vertical de gauche OZ et à la bas OX du tableau. On tracera sur une figure sépar (fig. 8), les bords OX, OZ du cadre en prenar $OX = o_1x_1$; puis on portera sur OX, la largeu $On = o_1n_1$ et, sur la verticale du point n, la hauteu $nN = \gamma n'$. Le point N sera la perspective de $(m, m'$

Telle est, dans toute sa généralité, l'applicatio du trait de stéréotomie à la perspective. Voi maintenant les dispositions particulières adopté par Albert Durer et par Commandin.

Albert Durer, au lieu d'employer une élévatio quelconque, prend pour plan vertical de proje tion le plan vertical mené par l'œil perpendiculai rement au tableau, le plan horizontal de projectio

tant toujours le géométral. Les figures 9 et 10 ont relatives aux perspectives AA_1 et AB, d'un bâton ertical et de son ombre sur le sol ; elles s'expliuent d'elles-mêmes après ce que nous avons dit i dessus : (s, s') est le point lumineux, $(a, a' a'_1)$ le âton, ox le tableau, qui est ici de profil ; enfin, $v, v')$ est le point de vue, situé dans le plan ertical de projection. Après avoir déterminé, sur

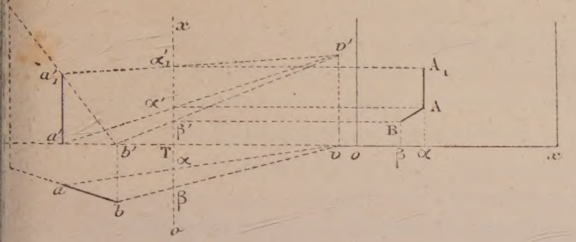


Fig. 9 et 10.

a figure 9, l'ombre ab ainsi que les intersections du ableau et des rayons visuels aboutissant aux points $a, a')$ (a, a'_1) $(b_1 b')$, on passe à la figure 10 ; on prend x, $o\alpha$, $o\beta$ respectivement égales aux longueurs ui portent les mêmes noms dans la figure 9 ; puis n mène des parallèles à LT par les points β', α', $'_1$, etc.

La disposition de Commandin est la même ; seu ement, au lieu de transporter le tableau ailleurs, l le fait tourner autour de la verticale T, jusqu'à ce u'il coïncide avec le plan vertical de projection. a figure 11 renferme les tracés relatifs à la perspecive du point quelconque $(a_1\ a')$. (v, v') est le point le vue, $(va,\ v'\ a')$ le rayon visuel du point (a, a'),

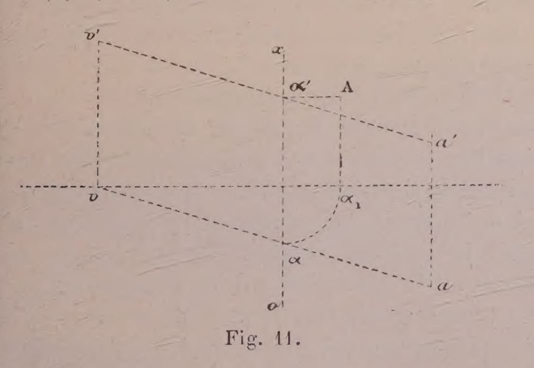


Fig. 11.

enfin (α, α') l'intersection de ce rayon et du tableau ox. Par l'effet de la rotation du tableau autour de la verticale du point T, le point (α, α') vient au point A, qui est la perspective demandée.

Il ne nous reste plus qu'à montrer comment de ce tracé peut résulter le trait (Δ) de Pietro, c'est-à-dire comment s'introduisent le point principal et le point de distance. Bornons-nous, pour abréger, comme nous l'avons fait aux §§ III et IV, à considérer un point a du géométral, ce qui d'ailleurs est le cas essentiel pour notre objet. (α, α') est la trace du rayon visuel $(va,\ v'a'$ sur le tableau ox qui est ici de profil (fig. 12). Dans la rotation du tableau autour de la verticale du point T, o vient en o_1 x en x_1, et (a, a') vient en un point A qu'on obtient en décrivant le quart de cercle αa_1 et prenant l'intersection de la verticale du point a_1 avec la parallèle à L T menée par α'.

Traçons actuellement sur le géométral l'éloignement ac du point a et par suite sa largeur oc. Le

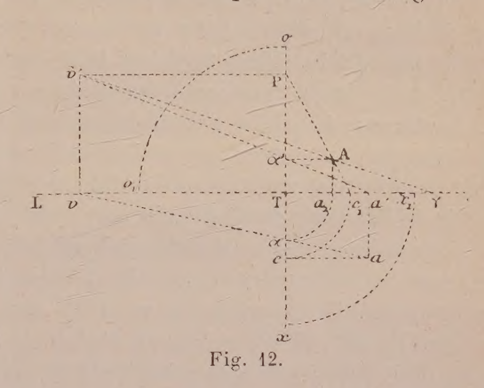


Fig. 12.

plan passant par le rayon visuel du point a et par la droite ac a pour trace verticale v'P. Donc les points P, A, c sont dans l'espace sur une même ligne droite, intersection du plan considéré et du tableau. Par suite, ces points sont encore en ligne droite après la rotation ; en d'autres termes, c_1 étant l'intersection de PA et de LT, on a $Tc_1 = Tc$. Mais si γ désigne le point commun à LT et à v'A, on voit que $a'\gamma$ est égal à Tc_1 puisque le rapport de chacune ces deux lignes à $A\alpha'$ est égal au rapport des distances de LT et de α'A à leur parallèle commune v'P. De la relation $\alpha'\gamma = Tc_1$, on déduit d'ailleurs

$$c_1\gamma = Ta' = ac.$$

Cela posé, on voit que A est déterminé par la rencontre des deux droites $Pc_1, v'\gamma$ que l'on obtient de la façon suivante : la première Pc_1 joint le point principal P à l'extrémité c_1 de la largeur $o_1\ c_1 = oc$; la seconde $v'\gamma$ unit le point de distance v' à l'extrémité γ de l'éloignement $c_1\gamma = ac$, après qu'on a porté cet éloignement à la suite de la largeur.

On reconnaît le tracé (Δ) ; et ainsi se trouvent confirmées nos assertions sur l'origine du trait de perspective et sur l'heureux parti que des artistes distingués savaient, trois siècles avant Monge, tirer de la doctrine des projections orthogonales.

Eugène Rouché.
Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers,
Examinateur de sortie à l'Ecole Polytechnique.

LA FORMATION DE LA CRAIE PHOSPHATÉE EN PICARDIE

L'une des trouvailles les plus intéressantes, et en même temps les plus fertiles en conséquences pratiques, dont se soit enrichie récemment la géologie du Nord de la France, est la découverte des gisements phosphatés de la Picardie. Sans doute, Buteux, auteur de l'*Esquisse géologique du département de la Somme*, avait, dès 1849, signalé la présence, à Beauval, d'une craie grise avec petits grains de phosphate. Plus tard, en 1853 comme en 1867, cette indication avait été précisée par M. N. de Mercey, à qui la portée industrielle du gîte n'échappait en aucune façon. Mais on ne soupçonnait pas alors la vraie valeur du sable superposé à la craie de Beauval, sable depuis longtemps exploité pour la briqueterie, et confondu par les géologues avec les sédiments sableux du terrain tertiaire inférieur. C'est seulement en 1886 que les recherches de MM. Merle et Poncin établirent que ce sable était formé principalement par du phosphate de chaux, dont il pouvait renfermer jusqu'à 80 °/₀. Alors naquit en Picardie ce qu'il est permis d'appeler la *fièvre des phosphates*. Tandis que les terrains de Beauval acquéraient, du premier coup, un prix presque fabuleux, on se mettait, de tous côtés, à la recherche de gisements analogues, et l'on finissait par en découvrir un certain nombre, tant dans la Somme que dans l'Oise et même dans le Pas-de-Calais.

En même temps que ces trouvailles devenaient la source de fortunes inespérées, elles faisaient faire un grand progrès à la géologie du Nord de la France, en apprenant à y reconnaître, au milieu du terrain de craie blanche, la présence de termes supérieurs, qu'on ne s'était pas attendu à y trouver aussi développés, du moins sur les rives de la Somme et de l'Authie.

Notre intention n'est pas de décrire ici ces gisements. Nous dirons seulement qu'il est unanimement reconnu, conformément aux idées que M. N. de Mercey a professées le premier, que tous les dépôts de phosphate appartenaient originairement à la base de la craie *Belemnitella mucronata*, cet étage supérieur de la craie blanche parisienne, dont la localisation commençait à se prononcer dans un bassin bientôt destiné à une émersion presque complète. Formés à l'état de *craie grise*, c'est-à-dire contenant de petits grains disséminés de phosphate de chaux, les gisements ont subi plus tard des actions chimiques qui ont partiellement dissous la craie, ne laissant subsister qu'un sable phosphaté, le *sable riche*, ainsi concentré dans certaines poches privilégiées du terrain sous-jacent. Laissant de côté le détail des phénomènes qui ont pu déterminer cette dissolution et cette concentration, occupons-nous seulement de l'origine première des gisements, c'est-à-dire du mode de formation des craies phosphatées de Picardie.

M. N. de Mercey admet [1] que des sources minérales, amenant des eaux phosphatées, sont venues, à travers les fissures de la craie blanche, jusque dans la mer où se formaient les dépôts à bélemnitelles, et que le phosphate de chaux ainsi produit s'est isolé en petits grains dans la masse du dépôt. Il voit une confirmation de son hypothèse dans l'alignement de la plupart des gisements sur des lignes droites qui, pour lui, sont des directions de fissures ayant livré passage aux émissions internes.

Contrairement à cette théorie éruptive ou tout au moins thermale, M. Cornet [2], qui a beaucoup étudié les craies phosphatées de la Belgique, suppose que ces formations résultent de la décomposition d'amas de petits poissons, comme ceux qui se forment de nos jours sur les côtes méridionales d'Arabie. Tout près de cette manière de voir doit être rangée celle de M. Ortlieb [3], attribuant à la craie phosphatée une origine analogue à celle du guano, lequel résulte, comme on sait, d'une accumulation de déjections d'animaux et principalement d'oiseaux.

Enfin, un ingénieur qui a pris une part active à l'exploitation des phosphates des environs de Doullens, M. Lasne [4], a proposé récemment une théorie purement chimique, qui repousse aussi bien l'intervention des phénomènes éruptifs que celle de la vie organique. Les analyses de M. Lasne lui ont permis de constater que le fluor, qu'on avait jusqu'alors négligé de rechercher, existe dans tous les phosphates de la Somme, et que, de plus, la proportion du fluorure de calcium à l'acide phosphorique y est constante, les équivalents des deux corps s'y trouvant dans la proportion de 1 à 3. Or cette proportion est précisément celle qui est réalisée dans le fluophosphate de chaux minéral, si répandu, sous le nom *d'apatite*, dans la plupart des roches d'origine interne.

Partant de cette observation, M. Lasne imagine que, lors du dépôt de la craie grise de la Somme, des fleuves d'une grande puissance débouchaient

---

[1] *Bull. de la Soc. géol. de France*, 3e série, XV, p. 719, et *Comptes rendus*, CV, p. 1135.

[2] *Bull. Acad. royale de Belgique*, 3e série, XI, n° 6.

[3] *Annales de la Soc. géol. du Nord*, XVI, p. 270.

[4] *Bull. de la Soc. géol. de France*, 3e série, XVIII, p. 441.

dans la mer après avoir dissous, à l'état d'eau chargée d'acide carbonique, dans la traversée des terrains anciens, une notable quantité de fluophosphate de chaux. Arrivées dans la mer, ces eaux auraient perdu leur acide carbonique, le fluophosphate se serait précipité, surtout au contact des carapaces calcaires de globigérines et autres foraminifères, qui tombaient alors en pluie continue de la surface sur le fond.

Il faut maintenant choisir entre les trois théories qui viennent d'être brièvement exposées. Celle de M. de Mercey semble devoir être de prime abord écartée. Non seulement il n'existe, dans la nature actuelle, aucun exemple d'émission thermale phosphatée; mais on ne comprendrait pas comment des sources de ce genre, venant d'une grande profondeur, n'auraient exercé aucune action sur la craie blanche et les autres terrains qu'elles étaient obligées de traverser, avant de déboucher sur le fond de la mer à bélemnitelles. D'ailleurs la localisation des dépôts en files rectilignes, localisation que l'auteur de l'hypothèse invoque comme la preuve d'une ligne de fracture, s'explique sans peine, si l'on réfléchit, d'une part, que la mer de cette époque a pu occuper des dépressions plus ou moins parallèles, qu'un phénomène orogénique venait alors de faire naître dans son substratum crayeux, jusque là si uniforme; d'autre part, que ces dépressions linéaires ont dû être accentuées par la suite, lors des plissements qui ont affecté la région parisienne, et qui sont si bien mis en évidence sur la carte publiée par M. G. Dollfus dans un des derniers *Bulletins du service de la carte géologique de France.* Par suite de ces dislocations, les dépôts de craie à bélemnites, par lesquels se terminait la série crayeuse, ont dû être portés, dans les plis convexes ou *anticlinaux*, à des hauteurs telles que les érosions subséquentes les ont fait disparaître. Ce n'est que dans l'axe des plis convexes ou *synclinaux* que ces dépôts ont pu être conservés, et parce que ces plis ont une allure sensiblement rectiligne, il n'est pas surprenant que les gisements de phosphates riches forment aujourd'hui des files assez régulières.

Quant à l'hypothèse de M. Lasne, qui imagine, lors du dépôt de la craie à bélemnitelles, des fleuves « roulant un volume d'eau d'une puissance incomparablement plus grande que nos cours d'eau actuels, mais à faible pente et sans doute assez limpides. », elle suppose, de la part des agents habituels d'érosion, ce que nous appellerons une *complaisance* difficile à concéder. L'auteur ne répugne pas à concevoir des eaux capables, grâce à leur quantité, de dissoudre, dans la traversée des massifs anciens de la France, plus de fluophosphate qu'à aucune autre époque, et consentant, néanmoins, à garder un régime assez tranquille pour n'emporter jamais avec elles de sédiments détritiques; car telle est la condition essentielle de la formation des dépôts crayeux. Les débris transportés n'y jouent qu'un rôle négligeable, formant à peine deux ou trois centièmes de la masse. Sans doute, comme on l'a bien montré récemment, la craie n'est pas un dépôt de mer profonde; mais c'était assurément un dépôt de mer tranquille, et les circonstances devaient être telles, que la puissance de transport des eaux continentales fût réduite à son minimum. Or, partout cette puissance se montre en rapport avec le volume des eaux, et c'est une supposition inadmissible que de vouloir isoler les deux éléments, pour le besoin de la cause.

Le régime des mers à bélemnitelles n'a différé de celui des mers précédentes de la craie blanche que par une moindre extension des surfaces recouvertes par les eaux marines. Mais ces eaux sont demeurées limpides, exemptes d'apports des terres voisines. Il n'y a aucune raison de leur attribuer une richesse en phosphate dissous supérieure à celle qui les caractérisait aux époques antérieures, comme il n'y a non plus aucune preuve géologique de l'existence des fleuves admis par M. Lasne. Bien au contraire, les premiers temps tertiaires nous laisseront voir, sur le bord des mers, de grands espaces, tantôt envahis par l'eau marine, tantôt reconquis par des lagunes d'eau douce ou saumâtre, et qui attestent combien, sur toute cette bordure, le relief devait encore être indécis.

En ce qui concerne la constance des rapports de quantité, entre le fluorure de calcium et l'acide phosphorique, même dans les granules de phosphate de la craie grise, elle ne prouve qu'une chose, c'est la régularité avec laquelle se manifeste l'affinité chimique de ces deux corps, lorsqu'ils sont mis en présence dans un milieu propre à leur combinaison. Il n'en résulte nullement que la mer ait contenu des provisions toutes faites de fluophosphates, ni surtout que ces provisions dérivent de l'apatite, l'un des corps les moins solubles qu'on puisse rencontrer.

En définitive, le tort commun des deux hypothèses de MM. de Mercey et Lasne nous paraît être d'envisager les choses de trop haut, si l'on peut parler ainsi, et de ne pas tenir assez de compte des menus détails de la composition du dépôt de craie phosphatée. C'est à ces détails qu'il faut s'attacher, si l'on veut voir clair dans cette question, et c'est pourquoi nous saluons avec un intérêt particulier les études que viennent de publier, dans le *Bulletin de l'Académie royale de Bel-*

gique [1], M. A. Renard, le savant professeur de l'Université de Gand, et M. J. Cornet, le même que nous avons déjà cité à propos des phosphates de la craie grise du Hainaut. Il ne s'agit plus ici de vues de l'esprit, plus ou moins vraisemblables, mais bien d'un examen microscopique délicat, poursuivi par des hommes d'une compétence reconnue, et à l'appui duquel les auteurs publient une série de dessins, bien faits, ce nous semble, pour entraîner la conviction.

Si l'on soumet au microscope les grains de phosphate de Beauval et d'Orville, on y reconnaît très nettement un grand nombre de formes se rapportant à des foraminifères, des genres *Globigerina*, *Textularia*, *Cristellaria*, etc. La partie interne des grains montre d'une façon marquée tous les détails de la structure et de l'arrangement des loges, respectés dans leur intégrité par la phosphatisation. Ces moules, qui ont de 5 à 10 centièmes de millimètre, possèdent une surface brillante, due à un enduit de phosphate concrétionné, qui remplace le test des foraminifères. Il est évident que le phosphate de chaux s'est déposé à l'intérieur de coquilles de rhizopodes calcaires, coquilles tombées sur le fond crayeux après la mort des petits animaux correspondants, qui occupaient es eaux de surface.

A côté de ces grains s'observent des éléments, moins nombreux il est vrai, mais très constants et surtout très caractéristiques. Ce sont des fibres, des esquilles, des plaques déchiquetées, n'ayant qu'une fraction de millimètre, et où il est facile de reconnaître, à de forts grossissements, la structure du tissu osseux des poissons et des reptiles. Enfin avec ces débris se montrent des dents microscopiques de poissons, dont la forme et la structure ne peuvent laisser aucun doute.

Ainsi voilà une série d'éléments organiques parfaitement constatés. Mais avec eux se rencontrent, en grand nombre, des grains de même dimension, de même couleur, qui, au premier abord, semblent dépourvus de toute structure; cependant un examen plus attentif y découvre des traces de loges, ou des portions de contours de foraminifères; si bien qu'en groupant les dessins de ces grains, on les voit passer, par une suite de transitions insensibles, aux grains de la première catégorie. Ils ont donc la même origine que ceux-ci; seulement des actions postérieures ont effacé en grande partie leurs caractères primitifs.

Si l'on ajoute à cela des concrétions phosphatiques, en couches transparentes déposées autour d'un noyau quelconque, et une grande quantité de particules extrêmement petites, qui se révèlent comme des fragments très finement divisés des corps précédents, on aura tous les éléments qui composent la partie phosphatée de la craie de Beauval.

Empressons-nous d'ajouter qu'il n'est pas toujours indispensable de recourir au microscope pour faire ces constatations, et que certains gisements de la craie phosphatée de Picardie laissent parfaitement discerner à l'œil nu, avec les petites dents de poissons, la masse énorme des débris d'origine organique qui les constituent.

Ces faits étant admis, on comprend sans peine qu'au lieu d'imaginer, soit un apport interne, soit un dépôt direct de l'eau de mer sans l'intervention préalable des êtres vivants, MM. Renard et Cornet aient été conduits à envisager la décomposition des organismes comme la source *immédiate* du dépôt des concrétions. « Les débris d'êtres organisés et les produits phosphatés qui, sous la forme d'excréments, de tissus décomposés, viennent se mêler aux matières sédimentaires, subissent, longtemps même après le dépôt, les réactions chimiques qui s'accomplissent sous l'action de l'eau de mer ou des eaux infiltrées. Les matières phosphatées d'origine organique doivent, tout au moins au même titre, subir l'altération à laquelle n'échappent pas les substances auxquelles elles sont associées. En admettant que le phosphate dissous soit doué de la propriété des corps colloïdes, on comprend qu'il soit faiblement retenu en solution et qu'il suffise qu'un centre de concrétionnement exerce son action pour le précipiter. »

Ce concrétionnement autour de centres d'attraction est d'ailleurs, on le sait, une des caractéristiques de la formation de la craie. C'est ainsi, par exemple, que se sont formés les rognons de silex, si fréquents dans cette roche. Là aussi, on a dû renoncer à l'hypothèse d'émissions siliceuses, contemporaines du dépôt de la craie, comme à l'idée d'une précipitation directe de la silice contenue en dissolution dans les eaux de la mer. Le microscope a montré que cette siliee avait passé, au préalable, par la forme de *diatomées* ou algues élémentaires, ainsi que par celle de *spicules* d'éponges. Ces organismes délicats, après être tombés sur le fond avec une pluie de rhizopodes aux carapaces calcaires, se sont peu à peu séparés de ces derniers, par l'effet d'une concentration moléculaire, comme celle qui s'oppose à ce qu'une pâte hétérogène, qu'on cesse de malaxer, conserve longtemps une composition uniforme. Un fragment de coquille a généralement servi de centre de groupement. En s'accumulant autour de ce noyau, les spicules d'éponges et les frustules de diatomées se sont fondus les uns dans les autres, la silice qui les formait recouvrant une mobilité

[1] Tome XXI, nº 2 (1891).

suffisante et c'est ainsi que le microscope a grand peine à en discerner la trace au milieu de la pâte, en apparence très homogène, des silex.

Dans le cas de la craie phosphatée, les centres d'attraction ont été fournis par les foraminifères ou autres organismes du milieu. Mais la prodigieuse quantité de petits éclats d'ossements que contient la craie de Beauval donne à penser qu'avant d'arriver à leur disposition actuelle, les grains de phosphate on dû subir un certain transport. Probablement, une riche faune se développait près des rivages de la mer crétacée. Les poissons et les reptiles, par la décomposition de leurs tissus et de leur squelette, comme aussi par leurs excréments, formaient une source de matières phosphatées, qui, imprégnant la bouillie sédimentaire, étaient destinées à s'agglomérer dans l'intérieur des organismes microscopiques. Ce moulage une fois fait non loin de la côte, les courants, les marées et les vagues, après avoir trituré les débris d'ossements, les entraînaient sans doute au large avec les concrétions, déposant le tout au milieu d'une vase crayeuse, en partie formée de globigérines, et au sein de laquelle la concentration de la matière phosphatée pouvait encore se poursuivre en augmentant la dimension des nodules.

Telle est l'hypothèse, à la fois très simple, très rationnelle et très conforme aux faits observés, que proposent MM. Renard et Cornet. Cette conception offre le grand avantage d'être en parfait accord avec une observation importante, que MM. Renard et John Murray ont été amenés à faire, en étudiant les échantillons rapportés par la drague lors de la mémorable campagne sous-marine du *Challenger*. Ils ont en effet reconnu que, le long des côtes de l'Afrique australe, dans les parties où il n'existe pas de cours d'eau important, et où, par conséquent, la sédimentation purement marine n'est pas alimentée par des apports de débris venant du continent, il se dépose une vase calcaire avec menues concrétions, dont les unes sont de *glauconie* (silicate de fer et de potasse) et les autres de *phosphate de chaux*. En outre ces concrétions affectent la forme de moules internes de foraminifères. L'analogie est donc complète avec ce qui se passe à Beauval et il n'est pas douteux que la source du phosphate ne doive être cherchée dans les substances, d'origine organique, qui imprègnent la vase en question.

Un autre avantage de cette conception, c'est qu'elle s'applique aussi, au moins dans ses traits généraux, à la formation de la craie phosphatée de Ciply, près de Mons. Elle convient également très bien aux grains de phosphate, mélangés à la glauconie, de la craie inférieure du Cambrésis, dont le cas paraît identique avec celui des boues littorales de l'Afrique australe. Quant aux gros nodules phosphatés des Ardennes, de la Meuse et du Boulonnais, s'ils se sont formés dans de tout autres circonstances, du moins l'intervention de la matière organique n'y est pas moins visible. Ces nodules sont disposés en cordons, attestant un ancien rivage où la mer rejetait toutes sortes de débris, coquilles, ossements et dents de reptiles ou de poissons, fragments de bois flottés. Tous ces corps, sans exception, sont formés d'un mélange de carbonate et de phosphate de chaux avec une certaine proportion de fer. Des brachiopodes, des ammonites, des gastropodes ou des acéphalés, il ne reste plus que les moules, entièrement phosphatisés. De gros nodules se révèlent au microscope comme d'anciens spongiaires imprégnés de phosphate. Et quand on voit, en assez grande abondance, au milieu de ces corps, des coprolithes, c'est-à-dire des excréments fossiles de Vertébrés, l'idée s'impose que l'accumulation, sur ces plages, d'une grande quantité de matières organiques, empruntées à des animaux relativement supérieurs, a été la cause déterminante de la formation des nodules phosphatés, comme aussi la présence de nombreuses coquilles a déterminé le phosphate à prendre le moule interne des mollusques disparus.

A la vérité, l'origine première du phosphate reste la même que dans la conception de M. Lasne. C'est bien l'apatite ou fluophosphate minéral qui, par sa décomposition, a dû fournir aux eaux marines et continentales la substance que les animaux devaient plus tard en extraire pour constituer leurs squelettes et leurs coquilles. Répandu, à l'état microscopique, parmi toutes les roches éruptives, ce minéral y a subi le sort commun de tous ceux dont se compose l'écorce terrestre, et dont aucun n'est rigoureusement insoluble ni indécomposable. Mais, une fois la matière phosphatée dissoute, une simple précipitation n'a pas suffi pour lui faire reprendre la forme solide, et il a fallu l'intervention de la vie pour la lui rendre, tout comme il faut l'activité des végétaux pour reprendre à l'atmosphère le carbone de l'acide carbonique et le fixer de nouveau, à l'état de combustible minéral, dans l'écorce solide.

En vain dira-t-on que l'hypothèse d'une précipitation directe est plus simple. La simplicité est assurément une qualité, mais une qualité dont il ne faut pas abuser. Nous nous souvenons d'un géologue, distingué d'ailleurs, et qui, s'étant donné pour mission de réagir contre certaines théories trop compliquées, où l'on faisait trop volontiers intervenir à tout propos les influences éruptives, s'acharnait à chercher, pour tous les faits, les explications

les plus simples. C'est ainsi qu'ayant reconnu, par de délicates analyses, qu'il y avait un peu de cuivre dans les eaux de la mer, et que ce cuivre tendait à se concentrer dans le sang des poissons, il admettait volontiers que les gîtes cuivreux de l'écorce terrestre, au lieu de dériver d'émanations solfatariennes, devaient leur origine à la concentration d'une quantité suffisante de sang de poissons!

A nos yeux, ce serait tomber dans un excès du même genre que d'attribuer au phosphate dissous dans les eaux marines un pouvoir intrinsèque de précipitation. Si ce pouvoir existait réellement, les gisements de phosphate seraient bien autrement nombreux dans la nature qu'ils ne sont en réalité. En somme, les faits doivent seuls nous servir de guide dans l'interprétation des phénomènes. Or non seulement le monde qui nous entoure ne nous a pas encore offert un seul exemple de précipitation directe du phosphate, pas plus qu'il ne nous l'a fait voir sous la forme d'émissions thermales. Mais partout où le phosphate minéral existe (en dehors des filons d'apatite cristallisée, bien entendu), c'est en association avec tout un indéniable cortège de manifestations organiques. A Beauval, en particulier, ces manifestations sont aussi caractérisées qu'elles sont précises, et leur langage est absolument d'accord avec celui que tient la craie phosphatée de Ciply en Belgique. Tenons-nous en donc à la traduction que viennent d'en donner MM. Renard et Cornet, et remercions-les d'avoir traité, par des méthodes aussi rigoureuses, une question où, avant eux, l'imagination se donnait un peu trop libre carrière.

A. de Lapparent.

LE ROLE DU SÉRUM DANS L'ATTÉNUATION DES VIRUS

La virulence représente, pour les agents infectieux, une propriété contingente qui peut augmenter ou décroître dans maintes circonstances, et particulièrement par des passages à travers l'organisme des animaux. On a l'habitude de dire que les inoculations successives ont pour effet d'exalter le pouvoir pathogène des microbes; d'une façon générale, cette proposition est vraie, mais, dans quelques cas, l'organisme est capable de dépouiller les microbes de leur action nocive. Les faits de ce genre, pour être peu connus, ne méritent pas moins de fixer l'attention; ils ont servi de point de départ à des travaux d'un certain intérêt.

Mais il ne suffit pas de constater qu'un virus peut s'atténuer quand on l'inocule à un animal; on doit chercher à pénétrer le mécanisme de cette atténuation. Sans doute, le problème est complexe et encore bien obscur; mais au milieu des causes multiples qui semblent intervenir, on est parvenu à en dégager une : c'est l'action qu'exerce le sérum sanguin sur le développement et les propriétés des microbes. Il est démontré aujourd'hui que le sérum est doué d'un certain pouvoir antiseptique; il fait périr un grand nombre des bactéries qu'on y sème : celles qui se développent sont souvent modifiées dans leurs formes et leurs fonctions. Nous allons donc avoir à rechercher s'il existe un parallélisme entre l'action de l'organisme et celle du sérum sur la virulence des microbes. Pour mettre un peu d'ordre dans notre exposé, nous étudierons successivement ce qui se passe chez les animaux qui n'ont pas l'immunité, chez ceux qui sont naturellement réfractaires, chez ceux qui ont été vaccinés.

I

Presque toujours un virus s'exalte quand on l'inocule à un animal qui ne possède pas l'immunité. Cette exaltation peut ne se manifester que pour les animaux d'une seule espèce. C'est ainsi que M. Pasteur a établi que le bacille du rouget, inoculé en série à des lapins, devient de plus en plus pathogène pour les individus de cette espèce; mais en même temps il s'atténue pour le porc. On ne peut donc parler d'augmentation ou de diminution de la virulence dans un sens absolu : il faut toujours spécifier dans quelles conditions on se place et sur quel animal on agit : un virus, exalté pour une espèce, peut être atténué pour une autre.

L'étude des modifications que peut subir la virulence de la bactéridie charbonneuse dans le corps et dans les humeurs des animaux, a conduit à quelques résultats fort curieux : ce microbe dont les propriétés nocives augmentent quand on l'inocule à des individus non réfractaires, peut s'atténuer quand on le sème dans leur sang. C'est Grohmann[1] qui reconnut ce fait en apparence paradoxal : dans une thèse écrite sous l'inspiration de Schmidt, il montra que la bactéridie s'atténue

[1] Grohmann. Ueber den Einfluss der zellenfreien Blutplasma auf einige pflanzliche Mikroorganismen. Dorpat, 1884.

dans le plasma sanguin, et devient incapable de tuer le lapin. La question a été reprise par Fodor [1], qui établit que le sang du lapin exerce sur l'agent du charbon une influence bactéricide très marquée, résultat qui a été confirmé par tous ceux qui ont continué cette étude (Nutttal, Nissen, Buchner, Charrin et Roger [2].) On arrive donc à cette conclusion tout à fait inattendue : la bactéridie charbonneuse, semée dans le sang ou le sérum du lapin, végète difficilement; inoculée au même animal, elle se développe avec rapidité et entraîne la mort. Dès lors, nous dit-on, les propriétés bactéricides du sérum doivent être considérées comme des propriétés artificielles; elles ne se manifestent qu'en dehors de l'organisme vivant et sont peut-être dues à l'éclatement des leucocytes qui laissent diffuser la matière active contenue dans leur intérieur.

L'argumentation n'était pas sans valeur; on pouvait bien répondre que les propriétés bactéricides du sérum ne sont pas artificielles puisqu'elles s'observent quand on étudie les sérosités transsudées naturellement (Stern); mais il fallait, pour lever les doutes, une expérience décisive et cette expérience a été fournie par M. Pekelharing [3] : cet auteur enferme de petites quantités de cultures virulentes ou des fragments de rate charbonneuse dans des sacs de parchemin qu'il introduit sous la peau d'un certain nombre de lapins; il constate que, dans ces conditions, la bactéridie s'atténue et finit même par périr. Le résultat est fort curieux, mais son interprétation peut paraître difficile; étant donné que la bactéridie se détruit si aisément dans l'organisme du lapin, on est conduit à se demander pourquoi son inoculation détermine des accidents et entraîne la mort. Nous trouvons une réponse à cette question dans l'important mémoire que vient de publier M. Phisalix [4]. Si l'on introduit sous la peau d'un lapin un virus charbonneux atténué, qui ne tue plus cet animal, mais fait encore périr le cobaye en 48 heures, on constate que les bactéridies s'accumulent dans les ganglions lymphatiques où elles peuvent végéter pendant 72 jours et plus. Seulement leur forme se modifie et leur virulence diminue : reportées chez le cobaye elles ne déterminent plus qu'une maladie à marche lente, le charbon chronique, qui évolue en deux mois et même plus longuement. En se basant sur ce résultat et sur une série d'intéressantes expériences qu'il serait trop long de rapporter ici, M. Phisalix arrive à conclure que les cellules ne sont pas capables de détruire les microbes; elles semblent au contraire les protéger contre l'influence nocive exercée sur leur vitalité par le sang et ses produits d'exsudation.

II

Pour avoir une idée plus complète de l'atténuation des virus dans l'organisme des animaux, il faut s'adresser à des êtres doués d'une immunité naturelle. Nous trouvons sur ce sujet une série de travaux poursuivis avec la bactéridie charbonneuse et dont les résultats semblent, au premier abord, absolument contradictoires. Pour les uns, la bactéridie s'atténuerait dans le corps des animaux réfractaires, tels que la poule (Œmler), le pigeon (Kitt), le chien (Sadowsky), le rat (Franck), la grenouille (Lubarsch, Petruschky), la limace (Karlinski); pour d'autres, au contraire, et nous citerons surtout les noms de M. Metchnikoff et de M. Malm [1], il y aurait exaltation. Nous ne croyons pas, pour notre part, qu'on puisse englober tous les faits dans une formule unique; il ne faut pas étendre à tous les animaux naturellement réfractaires ce qui est vrai pour quelques-uns d'entre eux; ce serait admettre une simplicité qui n'existe pas dans la réalité; les résultats obtenus ne représentent que des cas particuliers qui attendent encore leur loi générale. C'est ainsi que les intéressantes recherches de M. Malm paraissent établir que le charbon ne s'atténue pas chez le chien; mais il semble démontré aussi qu'il s'atténue réellement en passant par le rat blanc, et surtout par la grenouille.

L'atténuation du charbon dans le corps de la grenouille a été établie par Lubarsch [2]. Cet auteur introduit des parcelles d'organes charbonneux dans le sac lymphatique dorsal de cet animal : le troisième jour, le charbon est moins actif : le sixième il ne tue plus la souris. Si l'injection est pratiquée dans une veine, les bacilles vont se réfugier dans les organes, particulièrement dans le foie et la rate et conservent plus longtemps leurs propriétés nocives.

Petruschky [3] a vérifié ces faits et démontré que l'atténuation était due au sérum; car elle se pro-

---

1 FODOR. *Deutsche med. Wochenschr.* 1887. — Neuere Untersuchungen über die bakterientödtende Wirkung des Blutes. *Centralblatt f. Bakteriologie*, 1890.

2 CHARRIN et ROGER. Les propriétés microbicides du sérum. *Gazette hebdomadaire*, 1889.

3 PEKELHARING. Ueber Zerstörung von Milzbrandvirus im Unterhauthbindegewebe des Kaninchen. *Ziegler's Beitrage zur path. Anat.* Bd. VIII.

4 PHISALIX. Nouvelles recherches sur la maladie charbonneuse. *Archives de médecine exp.*, 1891.

1 MALM. Sur la virulence de la bactéridie charbonneuse après passage chez le chien et le lapin vacciné. *Annales de l'Institut Pasteur*, 1890.

2 LUBARSCH. Ueber Abschwächung des Milzbrandbacillen im Froschkörper. *Fortschritte der Medicin*, 1888

3 PETRUSCHKY. Untersuchungen über die Immunität des Frosches gegen Milzbrand. *Ziegler's Beiträge zur Path. Anat.* Bd. III.

duit également quand le microbe est protégé contre les phagocytes au moyen d'une membrane diffusible, qui ne laisse agir que les matières solubles. Dans ces conditions, au bout de deux jours, le charbon ne tue plus le lapin; au bout de trois jours, il reste sans action sur la souris; enfin le quatrième jour l'ensemencement sur agar ne donne que quelques rares colonies.

Pour compléter la démonstration, il fallait rechercher comment la bactéridie se comporte quand elle se développe dans les humeurs de la grenouille en dehors de l'organisme. C'est ce qui a été exécuté, presque simultanément, par Ogata et Jasuhara [1] pour le sang et le sérum et par Sanarelli [2] pour la lymphe. Ogata et Jasuhara ont reconnu que la bactéridie, semée dans le sang ou dans le sérum de la grenouille, reste sans action quand, au bout de deux ou trois jours, on l'inocule à la souris; le pouvoir antiseptique du sang de grenouille est tellement marqué, qu'il suffit d'en injecter une goutte à une souris pour mettre cet animal à l'abri de l'infection charbonneuse (Ogata et Jasuhara).

D'après Karlinski [3], le charbon s'attenue également quand on l'introduit sous les téguments de la limace, et cette atténuation se fait avec une rapidité vraiment extraordinaire : en reprenant, au bout de 20 minutes, le liquide injecté, on constate qu'il est devenu incapable de tuer le cobaye ou la souris, et que, semé sur des plaques, il ne donne qu'un petit nombre de colonies. Ces faits bien curieux mériteraient d'être étudiés à nouveau, et s'ils se vérifiaient, ils devraient conduire à rechercher par quel mécanisme se produisent des changements aussi rapides dans la vitalité et les propriétés des microbes.

Nous sommes mieux renseignés sur les modifications que subit la bactéridie quand on l'inocule à des rats blancs. Behring [4] a étudié avec soin les causes de la résistance de ces animaux à l'infection charbonneuse; il a reconnu que leur sérum renferme une substance à réaction fortement alcaline qui entrave la végétation de la bactéridie et, d'après Ogata et Jasuhara, abolit sa virulence. Cette substance a été isolée par Hankin [5] : c'est une matière albuminoïde, insoluble dans l'eau distillée et dans l'alcool, soluble dans l'eau salée et qui semble rentrer dans le groupe des globulines. Si l'on neutralise cette substance, par exemple si l'on injecte des solutions acides sous la peau, on voit que les animaux succombent quand on leur inocule le charbon; cette expérience, due à M. Behring, permet de comprendre comment le surmenage diminue la résistance des rats blancs au charbon [1]; il est probable que les acides formés dans les muscles fatigués modifient la réaction du sérum et abolissent son pouvoir bactéricide.

[1] Les recherches de Ogata et Jasuhara se trouvent exposées dans un article de Lœffler. Neuere Arbeiten über Immunisirungs bezw. Heilungsversuchen bei Thieren gegenüber der Infection mit Milzbrand, Tetanus und Diphterie Bacillen. *Centralblatt für Bakteriologie*, 1891.

[2] Sanarelli. La causa della immunita contro il carbonchio. *La Riforma medica* 1891.

[3] Karlinski. Zur Kenntniss der Verbreitungswege des Milzbrandes. *Centralblatt für Bakteriologie*, 1889.

[4] Behring. Ueber die Immunität von Ratten gegen Milzbrand. *Centralblatt für klinische Medicin*, 1888.

[5] Hankin. Ueber der schützenden Eiweisskörper der Ratte. *Centralblatt für Bakteriologie*, 1891.

III

Arrivons maintenant à l'atténuation des virus dans l'organisme et les humeurs des animaux rendus réfractaires par la vaccination [2].

La première expérience, publiée sur ce sujet, est due à M. Metchnikoff [3]; ce savant sème la bactéridie charbonneuse dans le sang de moutons réfractaires; le développement se produit; le sang est alors inoculé à dix lapins, à dose de 0,5 à 1 c.c.; neuf animaux résistent, un seul succombe. Voilà donc une expérience où l'on voit l'atténuation survenir dans le sang, mais dans le sang total, contenant encore ses éléments figurés: aussi M. Metchnikoff invoque-t-il, pour expliquer le résultat obtenu, une action des leucocytes ou de leurs produits de sécrétion.

Quelque temps après, M. Gamaleia [4] montrait que pendant la fièvre charbonneuse et dans les quatorze jours qui lui font suite, l'humeur aqueuse est modifiée : si l'on y sème du charbon, le microbe se développe sous des aspects nouveaux et perd une partie de sa virulence. Mais cet état bactéricide n'est que passager; il ne dure pas malgré la persistance de l'immunité.

Bientôt d'autres expérimentateurs allaient soutenir que, chez les animaux vaccinés, les microbes se détruisent rapidement, bien avant l'arrivée des leucocytes. Ainsi Emmerich et di Mattei [5] injectent sous la peau de lapins vaccinés contre le bacille du rouget une culture de ce microbe; ils

[1] Charrin et Roger. Contribution à l'étude expérimentale du surmenage; son influence sur l'infection. *Archives de physiologie*, 1890.

[2] Comme l'a montré M. Bouchard (*Revue générale des Sciences*, 1890, p. 466) c'est dans le mécanisme de *l'immunité artificielle* que les propriétés chimiques des humeurs jouent le rôle le plus important. « La guérison est la première manifestation de l'immunité. Les matières vaccinantes ont rendu possible la guérison en produisant l'état bactéricide, l'effet utile qui dure longtemps. C'est en effet cet état bactéricide qui constitue la vaccination ou l'immunité acquise. » *Ibid.* p. 475.)

[3] Metchnikoff. Sur l'atténuation des bactéridies charbonneuses. *Annales de l'Institut Pasteur*, 1887.

[4] Gamaleia. Étude sur la vaccination charbonneuse. *Ibid.*, 1888.

[5] Emmerich und di Mattei. Untersuchungen über die Ursache der erworbenen Immunität, *Fortschritte der Medicin*, 1888.

constatent que les bacilles succombent en 25 minutes. Ce chiffre peut sembler prodigieux et l'on serait tenté de croire à une erreur, si d'autres expérimentateurs n'avaient obtenu quelques résultats analogues; nous avons déjà cité les recherches de Karlinski sur l'atténuation des bactéridies dans le corps de certains gastéropodes; nous ajouterons que M. Charrin [1], en opérant sur des lapins vaccinés contre la maladie pyocyanique, a constaté qu'au bout de 40 minutes les bacilles introduits dans le tissu cellulaire sous-cutané, ont notablement diminué de nombre et que la fonction chromogène des survivants est considérablement affaiblie.

Toutes ces expériences portent à penser que, chez les animaux vaccinés, les propriétés bactéricides du sérum acquièrent leur maximum d'intensité : c'est ce qui a lieu en effet, et la démonstration de ce fait a été donnée d'abord par M. Charrin et par nous [2], pour le bacille pyocyanique et le bacille du charbon symptomatique, puis par Behring et Nissen [3] pour le vibrion de Metchnikoff, par Zasslein [4] pour le vibrion cholérique, etc. Quand on sème comparativement un des microbes que nous venons de citer dans du sérum normal et dans du sérum provenant d'un animal vacciné, on trouve entre les deux séries de cultures des différences très considérables; souvent, au bout de vingt-quatre heures, le sérum des vaccinés est complètement clair, alors que le sérum normal fourmille déjà de microbes. Les jours suivants, les différences sont moins marquées, mais encore appréciables; ce n'est que vers le quatrième jour que le nombre des microbes devient équivalent dans les deux séries. En même temps, la forme peut être modifiée; certaines fonctions et particulièrement les fonctions chromogènes diminuent et disparaissent. Mais que devient, dans ces conditions, la virulence du microbe? Le sérum d'un animal vacciné agit-il seulement sur la végétation des bactéries? est-il également capable d'atténuer les éléments qui se développent? Telle est la question que nous avons maintenant à résoudre.

Dans des recherches encore inédites que nous poursuivons avec le pneumocoque, nous avons reconnu que le développement de ce microbe se fait moins abondamment dans le sérum d'un animal vacciné que dans le sérum d'un animal neuf : c'est la confirmation de ce qu'on a observé avec d'autres agents pathogènes. Mais en même temps que la végétation est entravée, la virulence du microbe s'affaiblit notablement; souvent son inoculation reste sans effet, alors que des cultures, faites d'une façon identique, mais dans du sérum d'un animal neuf, entraînent la mort en moins de vingt-quatre heures.

Rien n'est instructif, au point de vue qui nous occupe, comme l'histoire du streptocoque de l'érysipèle [1]. Pour étudier l'action bactéricide du sérum sur ce microbe, nous l'avions semé comparativement dans du sérum de lapins neufs et de lapins rendus réfractaires par une inoculation antérieure. Quelle ne fut pas notre surprise, et nous pourrions dire notre déception, en constatant que le streptocoque fait exception à la règle ! Il se développe aussi facilement et parfois plus abondamment dans le sérum des vaccinés que dans celui des témoins. C'est alors que nous pensâmes à rechercher si les microbes conservaient leur action nocive dans les humeurs des animaux artificiellement réfractaires. De nombreuses expériences comparatives nous démontrèrent qu'il n'en est rien : le virus s'atténue d'une façon manifeste : inoculé à un animal neuf, il détermine une lésion légère et rapidement curable, absolument semblable à celle que produit le microbe virulent introduit chez un animal vacciné; autrement dit, l'atténuation du streptocoque se fait au même degré et dans l'organisme vivant et dans le sérum en dehors de l'organisme. L'anomalie rencontrée au début de nos recherches n'était donc qu'apparente; le sérum protège réellement l'animal vacciné contre le streptocoque; seulement il agit, non en empêchant le développement du microbe, mais en le dépouillant de ses propriétés nocives. Comme a bien voulu le faire remarquer M. Behring [2], c'était la première fois que se trouvait établie l'atténuation d'un virus dans les humeurs naturelles, privées de tout élément figuré.

Mais ce ne sont pas seulement les humeurs qui se modifient sous l'influence de la vaccination; quelques expériences permettent d'étendre aux tissus ce qui est établi pour les liquides. Nous avons montré [3] que le bacille du charbon symptomatique se développe mal dans les muscles des animaux vaccinés, alors même que, par un lavage prolongé, on a chassé tout le sang qu'ils renferment. Une expérience fort ingénieuse de Voswinkel [4] plaide

[1] Charrin, A propos de l'immunité. *Société de Biologie*, 1890.

[2] Charrin et Roger. Note sur le développement des microbes pathogènes dans le sérum des animaux vaccinés. *Ibid.*, 1889. — Nouvelles recherches sur les propriétés microbicides du sérum. *Ibid.* 1890.

[3] Behring und Nissen. Ueber bacterienfeindliche Eigenschaften verschiedener Blutserumarten. Ein Beitrag zur Immunitätsfrage. *Zeistchrift für Hygiene*, 1890.

[4] Zasslein. Sulla vaccinazione del cholera. *Rivista clinica. Archivio italiano di clinica medica*, 1890.

[1] Roger. Modification du sérum à la suite de l'érysipèle. *Société de Biologie*, 1890.

[2] Behring. Ueber Desinfection, Desinfectionsmittel und Desinfectionsmethoden. *Zeitschrift für Hygiene*, 1890.

[3] Roger. Contribution à l'étude de l'immunité acquise. *Gazette hebdomadaire*, 1890.

[4] Voswinkel. Ueber Bacterienvernichtung im Froschkörper. *Fortschritte der Medicin*, 1890.

dans le même sens; cet auteur opère sur des grenouilles vivantes, dont il remplace le sang par de l'eau salée stérilisée ; puis il leur injecte de 1 à 2 c. c. d'une culture charbonneuse ; les bacilles vont se localiser dans les organes ; on en trouve qui sont contenus dans les quelques leucocytes qui restent encore; mais la plupart d'entre eux dégénèrent en dehors des cellules ; en quelques jours ils deviennent incapables de tuer la souris, puis ils finissent par disparaître ; la grenouille salée se comporte donc comme une grenouille ordinaire. L'auteur s'est naturellement assuré que du charbon semé dans de l'eau salée, maintenue à la même température que la grenouille, ne subit pas de semblables modifications.

IV

Les diverses expériences que nous avons rapportées nous semblent constituer un faisceau de preuves suffisantes pour entraîner la conviction. Mais ceux qui dénient au chimisme de l'organisme toute importance dans le mécanisme de l'immunité, ont soulevé une nouvelle objection, dont nous devons maintenant examiner la valeur.

On a dit que l'action bactéricide des humeurs tenait simplement au changement de condition qu'on imposait au microbe en le faisant passer d'un bouillon dans du sérum. Si l'on pratique des ensemencements successifs dans du sérum d'un animal normal, on constate que le microbe se développe de plus en plus facilement et qu'il résiste de mieux en mieux à l'action nocive du milieu où on l'introduit. Ce résultat est parfaitement exact, et nous avons pu le vérifier avec le streptocoque ; mais il ne nous semble pas paradoxal. Quand on sème le streptocoque dans du bouillon et qu'on fait des cultures en série, on constate que sa végétabilité et sa virulence diminuent progressivement ; en partant d'une culture ainsi modifiée, on voit la puissance végétative s'accroître par des passages dans le sérum ; mais en même temps le microbe recouvre son action pathogène. Il se modifie donc dans le sérum, en dehors de l'organisme, comme dans l'organisme lui-même ; dans les deux cas il récupère sa virulence, c'est-à-dire qu'il s'habitue à vivre dans les humeurs naturelles de l'animal. Il serait même possible que cette accoutumance résultât d'une sorte de sélection ; on sait, en effet, que les cultures, et particulièrement les cultures atténuées, ne sont pas homogènes ; comme l'a fait remarquer M. Arloing, l'atténuation se fait individuellement et non en masse ; on comprend donc que, semés dans un milieu peu favorable, les microbes les plus faibles, c'est-à-dire les plus atténués, périssent ; les plus forts survivent seuls et donnent naissance à des êtres de plus en plus résistants.

L'action du sérum nous explique un autre fait que nous signalions au début de cet article. Un microbe, exalté pour une espèce, peut être atténué pour une autre ; les propriétés bactéricides des humeurs, chez les diverses espèces, pouvant tenir à des états chimiques différents, un microbe qui s'est habitué à vivre dans le sérum de tel animal n'aura pas nécessairement acquis l'habitude de végéter dans le sérum de tel autre.

On est conduit ainsi à considérer l'exaltation de la virulence comme une accoutumance à l'action antiseptique des milieux de l'organisme. Quant à l'atténuation que peuvent subir les virus dans les humeurs de certains animaux, et particulièrement des vaccinés, on peut, en s'appuyant sur les recherches de M. Bouchard, la rapprocher de l'atténuation qui se produit quand on pratique des cultures dans des milieux artificiels chargés de substances antiseptiques. Remarquons qu'il n'y a pas contradiction entre ces deux résultats différents : de nombreuses expériences nous ont montré que de petites doses de substances antiseptiques peuvent exalter certaines fonctions microbiennes, et particulièrement les fonctions chromogènes ; des doses plus élevées entravent et suppriment ces fonctions. Il est légitime de supposer qu'il en est de même pour la virulence : les sérums où le pouvoir pathogène s'exalte sont légèrement antiseptiques ; ceux où il s'atténue le sont beaucoup plus ; sous ce rapport ce sont les humeurs des animaux vaccinés qui possèdent le pouvoir le plus énergique, qu'il s'agisse de l'augmentation d'une substance bactéricide normale, ou de l'adjonction d'une substance bactéricide nouvelle ; celle-ci différerait suivant le microbe contre lequel on a prémuni l'animal, ce qui nous explique pourquoi la vaccination contre un agent pathogène ne donne pas l'immunité contre tous les microbes.

On voit combien les travaux qu'a suscités l'étude du sérum sont fertiles en hypothèses nouvelles ; si nous avons insisté sur les principales déductions auxquelles on est conduit, c'est pour bien établir que les résultats déjà obtenus ont ouvert une nouvelle voie à des recherches ultérieures, qui nous montreront jusqu'à quel point sont légitimes les quelques considérations théoriques que nous avons présentées.

Nous tenons à faire remarquer, en terminant, que nous ne prétendons nullement expliquer par les seules propriétés du sérum, toutes les modifications que peut subir dans l'organisme la virulence des microbes ; le problème est sans doute fort complexe et plusieurs facteurs doivent intervenir. Néanmoins, au milieu des causes multiples qu'on peut invoquer, il en est une dont l'influence semble établie sur des preuves expérimentales ; c'est ce qui nous a

engagé à résumer les principaux travaux qui ont été publiés sur ce sujet.

Les résultats obtenus nous permettent de conclure, dès maintenant, qu'il existe un parallélisme presque parfait entre les modifications que peut subir la virulence des agents pathogènes dans l'organisme d'un animal vivant et dans le sérum provenant de cet animal. Ainsi se trouve établi le rôle que joue l'état chimique des humeurs et des tissus dans le mécanisme de la receptivité morbide et de l'immunité.

Dr G.-H. Roger.
Préparateur du Laboratoire de Pathologie générale à la Faculté de Médecine de Paris.

REVUE ANNUELLE DE PHYSIQUE

Les recherches relatives à l'étude des phénomènes physiques se multiplient dans deux sens différents : d'une part, on s'efforce de pénétrer plus intimement dans la connaissance complète des faits, de déterminer avec la plus grande précision possible toutes les constantes numériques relatives à ces phénomènes, et d'utiliser ces données pour discuter les hypothèses admises, les compléter ou les modifier; d'autre part, on fait bénéficier les applications pratiques de toutes les connaissances acquises. Sans avoir la prétention d'être complet dans cette révision des progrès de la Physique, nous signalerons dans ces deux sens les travaux qui nous ont paru susceptibles d'être exposés sans avoir à entrer dans de trop longues explications : nous avons dû négliger quelques recherches dont nous ne méconnaissons pas cependant l'intérêt, espérant qu'il nous sera donné plus tard d'avoir l'occasion d'y revenir.

I

On peut dire absolument que toute expérience mettant un fait nouveau en évidence est intéressante, car il est impossible de prévoir si elle ne contient pas en germe une nouvelle branche de la science. Mais il est naturel que l'attention soit plus vivement appelée sur les expériences qui apportent la solution d'un problème depuis longtemps cherché, ou qui viennent confirmer ou infirmer les hypothèses par lesquelles on cherche à expliquer les faits. Dans cet ordre d'idées, plusieurs recherches en optique méritent de nous arrêter quoiqu'elles aient été déjà signalées dans la *Revue*.

Nous parlerons d'abord des expériences de M. Otto Wiener[1] relatives aux interférences de la lumière polarisée dans des conditions particulières. Si l'on considère un faisceau de lumière parallèle tombant sur une surface réfléchissante plane, le faisceau réfléchi pourra dans des conditions convenables interférer avec le faisceau incident : comme pour la réflexion du son, il y aura des ondes stationnaires, résultant de la composition des mouvements. Il est facile de se rendre compte que, par exemple, les lieux des points où il y aura interférence sont des plans parallèles à la surface réfléchissante. La distance de ces plans dépend de la longueur d'onde et de l'inclinaison de la lumière par rapport à la surface réfléchissante : elle est de l'ordre de grandeur de la longueur d'onde. Aussi peut-on mettre aisément en évidence l'existence des plans nodaux pour les phénomènes acoustiques; pour les phénomènes lumineux, les plans nodaux sont nécessairement très rapprochés.

Il y a 25 ans environ, M. Zenker, étudiant les phénomènes d'interférence qui peuvent se produire dans le cas de deux faisceaux se rencontrant à angle droit, montra que, s'il s'agit de lumière polarisée, le plan de polarisation étant pour ces deux faisceaux parallèle à ces faisceaux, il devra y avoir interférence si la vibration lumineuse est perpendiculaire au plan de polarisation (comme Fresnel a été conduit à l'admettre); mais qu'il ne saurait y avoir interférence si la vibration lumineuse est dans le plan de polarisation. Malheureusement, la distance qui sépare les plans nodaux est tellement petite qu'on ne pouvait mettre leur existence en évidence, les franges correspondantes n'étaient pas directement observables. M. Wiener est parvenu d'une manière extrêmement ingénieuse à réaliser des conditions permettant d'observer ces franges.

Il s'agissait d'abord d'avoir deux faisceaux polarisés, perpendiculaires l'un à l'autre et capables d'interférer; pour y arriver, M. Wiener fait tomber un large faisceau polarisé sur une surface réfléchissante plane sous l'incidence de 45°; le faisceau réfléchi est bien perpendiculaire au faisceau incident, et, dans la partie commune aux deux faisceaux, existent des plans nodaux si l'interférence a pu se produire.

Pour mettre en évidence l'existence de ces plans nodaux, M. Wiener a eu recours à la photographie; il a employé une surface sensible, pellicule de

[1] Voir *Revue Générale des Sciences*, 30 janvier 1891. page 64.

collodion ioduré excessivement mince ($\frac{1}{30}$ de longueur d'onde d'épaisseur); pour séparer les franges qui, comme nous l'avons dit, sont extrêmement rapprochées, pour les étaler, il a placé cette surface très obliquement par rapport à la surface réfléchissante et, par suite, très obliquement aussi par rapport aux surfaces nodales : la distance des intersections de deux surfaces nodales consécutives par la surface sensible dépend naturellement de cette inclinaison qui a pu être choisie assez grande pour que l'intervalle de ces intersections devint appréciable. Dans ces conditions, M. Wiener a obtenu des franges si le plan de polarisation est parallèle aux faisceaux ; il n'en a pas obtenu s'il leur est perpendiculaire. En réalité, il a obtenu les deux résultats simultanément, en faisant usage d'un faisceau incident qui tombe d'abord sur un large spath orienté de façon que la section principale soit parallèle au plan d'incidence sur la surface réfléchissante ; ce spath donne deux faisceaux polarisés rectangulairement qui se réfléchissent l'un et l'autre de la même manière et agissent également sur la surface sensible ; mais tandis que pour l'un on a des franges sur cette surface, on a une partie uniformément impressionnée pour l'autre.

Ces résultats, nous le répétons, semblent justifier immédiatement l'hypothèse faite par Fresnel sur la direction des vibrations. Toutefois, il faut bien le reconnaître, la question n'est pas aussi simple qu'elle le paraît au premier abord, et tandis que M. Cornu avait présenté cette expérience comme absolument démonstrative, M. Poincaré a présenté des objections dont il importe de tenir compte [1].

Pour bien faire comprendre la difficulté qui se présente, nous reprendrons une comparaison déjà indiquée par M. Potier [2]. On sait que, en acoustique, on peut étudier les ondes stationnaires dans la réflexion, dans les tuyaux par exemple, soit à l'aide du tambour à membrane de Seebeck, soit à l'aide des capsules manométriques de Kœnig : les tambours sont sensibles aux déplacements, les capsules sont sensibles aux variations de pression. Ces deux appareils ne fonctionneront donc pas de la même façon : les tambours vibreront aux ventres où le déplacement atteint la valeur maxima, mais les flammes des capsules ne varieront pas en ces points, car la pression n'y change pas. Ce serait naturellement l'inverse aux nœuds.

Les conséquences qui ont été tirées des expériences de M. Wiener supposent que la pellicule sensible est impressionnée comme le tambour de Seebeck ; que, par conséquent, elle subit des changements aux ventres et n'en subit pas aux nœuds ; or c'est là une hypothèse qui n'est point démontrée, et il pourrait se faire que ce fût le contraire qui fût la réalité. Dans ce cas on reconnaît par le calcul que les conclusions devraient être absolument interverties et les expériences de M. Wiener conduiraient à admettre que, contrairement aux idées de Fresnel, la vibration lumineuse est dans le plan de polarisation.

Ce n'est point ici le lieu de traiter la question à fond, ni de discuter ou seulement d'exposer les arguments qui ont été présentés. Nous voulions seulement montrer que la question n'est pas aussi simple qu'elle pourait le paraître au premier abord et nous nous bornerons à dire en terminant que si M. Poincaré a fait des réserves sur la valeur absolument concluante des expériences de M. Wiener, il pense cependant que, pour diverses raisons, l'hypothèse de Fresnel est la plus probable.

Une autre question d'optique dont le retentissement dans le public a été plus considérable parce qu'elle correspond à un effet plus généralement compréhensible, c'est la reproduction photographique des couleurs obtenues par M. Lippmann. [1] Il y a intérêt à rapprocher cette question de la précédente, non au point de vue des résultats, mais au point de vue de l'explication.

Nous venons de dire qu'il se produit des interférences entre la lumière incidente et la lumière réfléchie, interférences qui se traduisent par la production de plans nodaux. Si la lumière est normale à la surface réfléchissante, on reconnaît aisément que la distance qui sépare ces plans nodaux est égale à la demi-longueur d'onde (en admettant qu'il s'agisse de lumière simple) : cette distance variera avec la nature de la lumière. Si l'on produit ces interférences dans une couche sensible continue, le sel d'argent sera donc impressionné, et du métal se déposera principalement dans les points où l'action est maxima ; ces dépôts maxima constitueront, pour une lumière donnée, des plans parallèles dont la distance sera égale à une demi-longueur d'onde.

Considérons, maintenant, la plaque sensible après qu'elle aura été *fixée* : elle comportera dans son épaisseur une série de couches d'argent susceptibles de réfléchir la lumière, la réflexion étant maxima aux points où la quantité d'argent sera la plus grande, c'est-à-dire sur des plans équidistants d'une demi-longueur d'onde. Si sur cette plaque nous faisons tomber de la lumière blanche,

[1] Voir *C. R. de l'Acad. des Sc.* du 9 février 1891, p. 325 et 329.

[2] Voir *C. R. de l'Acad. des Sc.* du 16 février 1891, p. 365 et 383.

[1] Voir *Revue Générale des Sciences*, 15 février 1891, t. II, p. 96.

il se produira le phénomène connu des lames minces, et par réflexion la composition du faisceau sera changée : la lumière dont la longueur d'onde est le double de l'épaisseur de la lame mince, c'est-à-dire le double de la distance de deux lames d'argent, a par réflexion une intensité maxima, intensité qui décroîtra rapidement pour les autres lumières, si bien que la coloration observée sera à peu près celle qui correspond à la lumière d'intensité maxima. Mais celle-ci est précisément celle dont l'action a provoqué le dépôt d'argent, puisque la distance qui sépare deux couches d'argent est la moitié de la longueur d'onde de l'une et de l'autre lumières. Donc une plaque impressionnée par une lumière simple reproduira à peu près la même coloration lorsqu'elle sera éclairée par de la lumière blanche.

Concevons maintenant que sur une plaque sensible on produise un spectre : en chaque point du spectre, il se manifestera des effets analogues à ceux que nous venons d'indiquer; mais d'un point à l'autre variera la distance qui sépare les couches d'argent. Lorsqu'on aura fixé l'épreuve, la plaque éclairée par de la lumière blanche paraîtra donc teinte de couleurs différentes aux différents points; la coloration en chaque point étant sensiblement celle correspondant à la lumière qui a agi en ce point, on aura une image qui reproduira sensiblement le spectre avec ses couleurs.

L'idée est très ingénieuse : sa réalisation présentait d'ailleurs de réelles difficultés que M. Lippmann a vaincues habilement. L'une d'elles, et non la moindre, consistait dans l'hétérogénéité de la couche sensible : dans les plaques photographiques ordinaires, le sel d'argent n'est pas uniformément réparti; il se présente sous forme de grains disséminés irrégulièrement, grains très petits, il est vrai, mais dont les dimensions ne sont pas négligeables par rapport aux longueurs d'onde, et par suite, par rapport à la distance qui doit séparer les couches d'argent déposé. M. Lippmann a dû préparer des plaques d'une manière spéciale. Quant à la surface réfléchissante, il a employé le mercure : la plaque sensible, sèche, constituait une paroi d'un vase dans lequel on versait du mercure qui se trouvait ainsi directement en contact avec la couche impressionnable.

Nous avons dit que, dans le cas d'une couche mince comprise entre deux lames d'argent, les couleurs ne sont pas pures. En réalité, elles se rapprochent de la pureté, parce qu'il y a plusieurs couches sucessives qui agissent simultanément, 200 environ pour une couche de $\frac{1}{20}$ de millimètre d'épaisseur; on sait que, dans des cas de ce genre, la pureté des couleurs croît avec le nombre des surfaces réfléchissantes.

Nous ne voulons pas faire ici l'historique des recherches qui ont été faites antérieurement pour la reproduction photographique des couleurs; nous rappellerons seulement que Ed. Becquerel avait obtenu des résultats satisfaisants par l'emploi du sous-chlorure d'argent[1]. Malheureusement les images obtenues ne peuvent être fixées absolument et disparaîtraient si elles étaient soumises à une action un peu prolongée de la lumière du jour. Il va sans dire que rien de semblable ne doit être à craindre pour les images colorées obtenues par M. Lippmann; elles peuvent être fixées absolument comme toute autre image photographique et deviennent absolument indélébiles.

Les résultats obtenus sont fort curieux; mais, il faut le reconnaître, ils ne résolvent pas absolument le problème de la reproduction photographique des objets colorés.

Nous ne voulons pas seulement parler du temps nécessaire à la production de ces épreuves, temps qui est considérable et qui limiterait beaucoup les applications que l'on pourrait faire. Nous admettons sans peine qu'on pourra trouver d'autres substances qui seraient impressionnées convenablement dans un temps beaucoup plus court. La véritable difficulté nous paraît être dans les effets qui se produiront lorsque la plaque sensible sera impressionnée, non par une couleur simple, mais par une couleur composée. Considérons seulement le cas de deux lumières différentes : chacune d'elles donnera lieu, à ce qu'il nous semble, à la production de couches d'argent comme si elle était seule : il y aura donc dans la couche sensible deux systèmes différents, indépendants, de surfaces réfléchissantes : les distances entre deux couches consécutives seront absolument variables aux diverses profondeurs et nulle part, à peu près, ne seront les distances correspondant aux couleurs qui ont agi. Comment se comportera dans la lumière blanche un semblable système de lames minces? Nous avouons que cela nous semble au moins difficile à prévoir; lors même que l'on supposerait que, seules, les lames minces les plus superficielles agiraient lors de la réflexion, nous ne savons quelle coloration on pourra observer, mais nous doutons qu'elle ait quelque ressemblance avec celle de la lumière composée dont on aura fait usage pour produire l'impression photographique.

Il n'en est pas moins vrai, quelles que doivent être les applications qu'il sera possible de faire, que les résultats obtenus par M. Lippmann ont un réel intérêt, d'autant qu'ils ne sont certainement pas dus au hasard, à des tâtonnements heureux,

[1] Voir la *Revue* du 30 mai 1891, t. II, p. 352.

mais à l'application raisonnée de considérations théoriques.

Les questions d'optique théorique ont été l'objet de diverses études intéressantes que nous ne pouvons même indiquer toutes d'une manière complète : c'est ainsi que nous signalerons seulement les recherches de M. Carvallo sur l'influence du terme de dispersion de Briot sur les lois de la double réfraction. De ses expériences M. Carvallo arrive à conclure que la vibration lumineuse est perpendiculaire (ou au moins à peu près perpendiculaire) au plan de polarisation ; — de M. Meslin sur la polarisation elliptique ; — de M. Macé de Lépinay sur les franges d'interférence [1] ; — de M. Gouy sur une propagation anomale des ondes qui rend compte d'une difficulté que présentait le principe d'Huyghens relativement à une avance de 1/4 de vibration qu'il fallait admettre dans des conditions déterminées.

II

La découverte des relations intimes qui existent entre la chaleur et le travail mécanique donne un intérêt réel aux recherches quantitatives relatives aux actions calorifiques, alors même qu'on n'en voit pas l'application immédiate, car on peut penser qu'on pourra utiliser, tôt au tard, toutes les déterminations faites avec précision pour faire avancer telle partie de la science avec laquelle ces déterminations ne paraissent pas toujours avoir de rapport. C'est pourquoi il nous paraît particulièrement intéressant de signaler les principaux travaux qui ont été faits sur la chaleur.

Nous indiquerons d'abord les nouvelles mesures effectuées par M. d'Arsonval sur l'équivalent mécanique de la chaleur : il a employé, d'une manière générale la méthode de Foucault et de Violle, c'est-à-dire la production de chaleur par l'intermédiaire d'une masse de cuivre tournant dans un champ magnétique ; les particularités de ces recherches consistent d'une part dans l'application d'un régulateur de vitesse nouveau appliqué à la dynamo qui produit et entretient la rotation de l'aimant (car, dans ces expériences, c'est le champ magnétique qui se déplace, la masse de cuivre restant fixe) ; d'autre part dans la mesure de la quantité de chaleur produite, mesure qui a été faite par la méthode calorimétrique à température constante, précédemment inventée par M. d'Arsonval. Les résultats numériques sont assez satisfaisants car ils donneraient pour l'équivalent mécanique de la chaleur des valeurs comprises entre les nombres 419 et 427. L'appareil employé permettait d'absorber seulement 5 kilogrammètres par seconde : M. d'Arsonval se propose d'en faire fonctionner un autre beaucoup plus puissant, ce qui permettra de considérer comme négligeables quelques petites causes d'erreur qui n'ont pu être éliminées.

Dans un autre ordre d'idées, ayant cependant quelque analogie avec les précédents, nous signalerons les recherches effectuées par M. Merritt et par M. Tumlirz, sur l'équivalent mécanique de la lumière. M. Tumlirz s'est proposé de déterminer la quantité totale de chaleur rayonnée par une lampe ayant une intensité connue ; puis, la quantité de chaleur qu'elle transmet lorsque les radiations qu'elle émet ont traversé une dissolution d'iode dans le sulfure de carbone qui ne laisse passer que la chaleur obscure. La différence représente la quantité de chaleur qui accompagne les radiations lumineuses. Pour une lampe à acétate d'amyle valant 0,05 étalon Violle, M. Tumlirz a trouvé 0,00361 calorie-gramme par seconde. M. Merritt a comparé à la lumière et à la chaleur l'énergie électrique d'une lampe à incandescence : il évalue la chaleur obscure par l'échauffement d'un calorimètre à eau dans lequel est placée la lampe (nous passons sous silence les corrections nécessaires) ; connaissant l'énergie électrique fournie à la lampe, on en déduit ce qui répond à la production de radiations lumineuses et l'on compare le nombre obtenu à l'intensité lumineuse ; sans donner de chiffres, nous dirons seulement que M. Merritt a reconnu que le *rendement* lumineux de l'énergie augmente rapidement quand augmente la dépense d'énergie.

L'étude des chaleurs de vaporisation dans des circonstances variées a été l'objet de diverses recherches parmi lesquelles nous signalerons celles de M. Dieterici et celles de M. Mathias.

M. Dieterici s'est occupé spécialement de la vaporisation de l'eau à 0°, question intéressante, car elle permet de vérifier la formule donnée par Regnault à la suite d'expériences qui ne s'étendaient pas jusqu'à cette température. Le nombre trouvé, 597^{cal}, concorde assez bien avec la formule classique.

M. Mathias a étudié spécialement la vaporisation des gaz liquéfiés, l'acide carbonique, le protoxyde d'azote ; sans donner les résultats divers auxquels M. Mathias a été conduit, nous insisterons spécialement sur la méthode calorimétrique qu'il a employée [1] ; il s'est proposé d'opérer à température constante, condition nécessaire pour la détermination de la chaleur de vaporisation, car cette quantité varie rapidement avec la température. Il fallait donc compenser à chaque instant, la perte de chaleur due à la vaporisation même ; il arrivait à produire la compensation en versant dans l'eau du calorimètre de l'acide sulfurique. Le poids de l'acide sulfurique employé pendant l'expérience

[1] Voyez la *Revue* du 30 décembre 1890, t. I, page 770.

[1] Voyez la *Revue* du 30 avril 1890, t. I, page 245.

permettait d'évaluer la quantité de chaleur; des expériences préalables avaient, en effet, fait connaître la quantité de chaleur dégagée par la dilution de cet acide. Il y a là une méthode qui est susceptible de rendre des services dans les recherches calorimétriques.

Nous n'abandonnerons pas les questions relatives à la chaleur sans dire quelques mots du changement d'unité de quantité de chaleur qui a été proposé par quelques savants et qui est actuellement en discussion. On sait que l'unité de chaleur, la calorie, est la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 0 à 1° la température d'une masse d'eau égale à l'unité. On conçoit qu'il est difficile d'obtenir aisément la condition de variation de température que cette définition comporte; comme, d'autre part, il n'y a pas proportionnalité entre les variations de température et les quantités de chaleur, on ne peut aisément déduire la quantité de chaleur fournie à l'eau d'une variation quelconque de température, même dans des limites restreintes. Pour éviter ces difficultés, on propose de prendre, pour unité de quantité de chaleur, la centième partie de la quantité de chaleur qu'il faut fournir à l'unité de masse d'eau pour la faire passer de la température de la glace fondante à celle de l'eau bouillante sous la pression normale, quantité que l'on peut obtenir assez facilement.

On ne saurait faire, à notre avis, d'objection absolue à cette proposition : la relation entre la température de l'eau et la quantité de chaleur ne serait plus celle qui a été déterminée, mais elle serait de même forme, ni plus simple, ni plus compliquée. M. Berthelot, dont l'opinion, dans ces questions, a une valeur incontestable, estime que l'on n'arriverait pas à une plus grande précision dans la détermination de la calorie moyenne; il voit en outre à cette substitution l'inconvénient d'avoir à réviser et remanier toutes les déterminations faites depuis Lavoisier jusqu'à ce jour : au point de vue pratique, il pense qu'il serait préférable de prendre la calorie moyenne entre 0 et 15° plus facile à obtenir dans les expériences du laboratoire. L'adoption de cette unité entraînerait également des changements dans les données numériques actuellement employées. Dans notre opinion, il serait fâcheux d'introduire une donnée arbitraire de plus (la température de 15°) dans les unités se rapportant aux phénomènes calorifiques; il nous semble que si l'on devait se résigner à modifier tous les résultats numériques acquis jusqu'à ce jour, il conviendrait de le faire seulement lorsqu'il sera possible de rattacher avec précision les unités de chaleur au système général d'unités tel qu'il est défini pour d'autres parties de la physique. L'avantage qu'il y aurait à supprimer le degré centigrade et par suite la calorie et à rattacher les mesures calorimétriques aux mesures mécaniques et électriques nous paraît tel que lorsqu'il sera possible de le faire avec une approximation suffisante, il conviendra de le faire, même au prix d'une révision complète de tous les résultats numériques obtenus jusqu'à ce jour.

III

Les phénomènes électriques ont donné lieu à de nombreuses recherches; mais il ne s'y est pas manifesté de faits présentant une importance capitale; obligé de nous limiter, nous passerons sous silence, en le regrettant, divers travaux que nous aurons sans doute ultérieurement l'occasion de rencontrer et d'analyser, et nous indiquerons rapidement quelques-uns des progrès réalisés par l'application des propriétés des courants à diverses industries. Ces applications deviennent de plus en plus nombreuses, en même temps que se généralisent celles qui sont déjà entrées dans la pratique; nous nous bornerons à l'indication de progrès nouveaux.

Les communications téléphoniques prennent une importance constamment croissante : d'abord limitées à de petites distances, à l'enceinte d'une ville, elles se sont assez promptement étendues, devenant inter-urbaines, avec cette condition que les conducteurs utilisés pour le téléphone servent en même temps à la transmission des dépêches télégraphiques. Un pas de plus est fait depuis le 1er avril dans l'extension de ce moyen de communication, et le téléphone fonctionne de Paris à Londres, en traversant la Manche à l'aide d'un câble sous-marin. Le succès de cette opération pouvait être prévu, car la transmission par câble sous-marin avait déjà été obtenue sur une ligne qui fonctionne depuis plus d'un an entre Buenos-Ayres et Montevideo.

On sait que les difficultés qui se présentent dans ce cas proviennent de la résistance de la ligne et de sa capacité : il résulte de recherches diverses, et notamment de celles effectuées par M. Preece, que la transmission est bonne dans une ligne tant que le produit de sa résistance évaluée en ohms par sa capacité évaluée en microfarads ne dépasse pas 10.000; mais que les communications sont mauvaises ou impossibles lorsque ce produit atteint 15.000. En fixant pour la ligne Paris-Londres les données de la ligne terrestre et du câble sous-marin, telles que le produit fût égal à 6.000, on était donc assuré d'être dans de bonnes conditions; c'est, en effet, ce que l'expérience a prouvé, mettant ainsi en évidence la valeur de la règle adoptée.

Il est inutile d'entrer dans le détail des disposi-

tions adoptées, dispositions qui ne diffèrent pas de celles que l'on rencontre dans les lignes téléphoniques et dans les câbles sous-marins. Nous nous bornerons à dire que des essais de transmission faits avec des appareils nouveaux ont parfaitement réussi; ces appareils sont des téléphones Roulez qui présentent quelques dispositions particulières.

Nous signalions l'année dernière la lenteur avec laquelle pénétrait en France l'usage des transformateurs dans les distributions d'électricité; il semble que ces appareils commencent à entrer dans la pratique industrielle. Les transformateurs sont destinés à fonctionner sous l'influence de courants alternatifs à haute tension circulant dans un réseau principal et à fournir dans un circuit secondaire des courants alternatifs de moindre tension. Des transformateurs viennent d'être établis à Paris, dans les magasins de la Belle Jardinière pour l'éclairage électrique; nous ne pouvons entrer dans le détail des dispositions adoptées : nous nous bornerons à dire que le courant produit à l'usine municipale des Halles est de 45 ampères, avec une différence de potentiel de 2.400 volts et que, à l'aide de onze transformateurs, on obtient des courants dans trois circuits distincts, ces courants correspondant respectivement à 100 volts et 220 ampères, 100 volts et 480 ampères, 60 volts et 800 ampères. Nous croyons intéressant de signaler cette application importante d'un procédé qui, certainement, se généralisera.

Le domaine industriel des actions électrolytiques paraît en voie d'extension continue. La production de l'oxygène et de l'hydrogène à bas prix a été étudiée par M. le Commandant Renard, qui est arrivé à employer des dispositions qui avaient été déjà signalées par M. d'Arsonval, puis par M. Latchinoff : mais l'étude du Commandant Renard a été faite en vue d'une application à une grande usine et montre que la production de ces gaz doit être peu coûteuse; il serait à désirer que cette application fût réalisée et que l'on pût employer en grandes quantités l'hydrogène et l'oxygène qui peuvent rendre de réels services dans des circonstances variées, sans entraîner à des dépenses notables, comme cela est actuellement.

Signalons une curieuse application de l'électrolyse au retaillage des limes. L'idée est ancienne : elle a été signalée il y a plus de trente-cinq ans par M. Landrin, puis reprise et brevetée en 1868 par MM. de la Tour du Breuil, Baynes et Dienheim Brochock; enfin M. Personne a appliqué, en le simplifiant, un procédé analogue : les limes à retailler sont plongées dans de l'eau acidulée et forment le pôle négatif d'une pile dont le pôle positif est un charbon; sous l'influence d'un courant qui prend naissance, le métal est attaqué, mais non pas uniformément, et les parties saillantes sont avivées progressivement : au bout d'une demi-heure environ, l'opération est terminée. Ce procédé qui, presque sans main-d'œuvre, permet de rajeunir, pour ainsi dire, des limes usées, est ingénieux et mérite d'être signalé.

L'électricité commence à intervenir dans la métallurgie et il est possible que son emploi amène, dans certains cas, de profondes modifications dans les conditions de cette industrie. Actuellement, c'est principalement à la production de l'aluminium que l'électricité a été employée; plusieurs procédés sont mis en œuvre.

Le procédé Cowles ne produit pas de l'aluminium pur, mais seulement des alliages de ce métal avec du fer ou avec du cuivre; il consiste à faire passer un courant très intense dans un creuset brasqué qui contient de l'alumine mélangée de fer ou de cuivre. L'alumine est fondue par suite de la haute température qui se produit; elle est alors décomposée par le charbon; l'aluminium mis en liberté se combine au fer ou au cuivre. Il semble certain que le courant électrique n'intervient, dans cette réaction, que comme produisant un grand dégagement de chaleur, car on obtient des résultats semblables par l'emploi de courants continus ou par l'emploi des courants alternatifs.

Le procédé de M. Hérault, qui est employé en France pour obtenir des alliages d'aluminium, présente quelque analogie avec le précédent.

M. Minet, mettant à profit les recherches qui avaient été faites antérieurement pour la préparation de l'aluminium par une véritable électrolyse, est parvenu à un procédé qui paraît susceptible d'être utilisé tout à fait industriellement. Il y arrive en produisant par le passage d'un courant intense d'abord la fusion de la cryolithe (fluorure double d'aluminium et de sodium), puis la décomposition partielle de ce sel. Il obtient un bain de composition constante, ce qui est nécessaire, en ajoutant en proportions convenables de l'alumine, suivant la marche de l'opération.

Les résultats paraissent réellement satisfaisants au point de vue du rendement et de la pureté du métal obtenu; s'il ne survient pas de mécompte, le prix de l'aluminium baissera et les applications de ce métal deviendront plus nombreuses.

L'électricité agit certainement aussi par une action chimique dans une opération qui, indiquée il y a plus de trente ans, puis abandonnée, est soumise actuellement à l'épreuve de la pratique et suscite de vives discussions : nous voulons parler du tannage par l'électricité. Les peaux dont on a enlevé les poils et qu'on a dégraissées sont introduites avec un liquide spécial, contenant du

tannin, dans un tambour en bois animé d'un mouvement de rotation autour d'un axe horizontal : des plaques métalliques placées sur les fonds du tambour servent d'électrodes pour le passage d'un courant. Pour un lot de peaux de 500 à 1.000 kilogrammes, on emploie un courant de 10 ampères et de 70 volts : l'opération dure de 1 à 4 jours, suivant la nature des peaux. Après ce temps les peaux sont tannées. Si l'on songe que, par les procédés ordinaires, le tannage dure plusieurs mois, une année même, on comprend quelle sera l'importance de l'emploi de l'électricité s'il est prouvé que les résultats obtenus sont comparables à ceux obtenus par le tannage en fosse. A cet égard, et bien que le procédé que nous venons d'indiquer et qui est dû à MM. Worms et Bale soit essayé et même employé dans plusieurs pays, l'accord ne s'est pas fait et, malgré des avis autorisés, certaines personnes pensent que les peaux ainsi préparées ne sont pas réellement tannées. Quoiqu'il en soit, et même en admettant que, au point de vue de l'industrie pratique, les résultats ne soient pas absolument satisfaisants actuellement, il n'en est pas moins certain que le courant électrique produit une action spéciale qui n'a pas encore été complètement analysée, et l'on peut espérer qu'une étude détaillée des conditions de l'opération conduira à améliorer assez les produits que celle-ci fournit pour qu'ils puissent être substitués à ceux du tannage en fosse.

Dès que l'action électrolytique ne s'exerce plus sur des composés métalliques ou au moins sur des composés chimiquement définis et relativement simples, il est difficile de prévoir les effets qui se produiront, il est même souvent difficile d'expliquer les effets observés. Ces effets n'en sont pas souvent moins intéressants et même susceptibles d'applications : nous venons d'en signaler un, nous pouvons en faire connaître d'autres.

C'est ainsi que la purification et le vieillissement des alcools par l'électricité paraît devoir donner des résultats pratiques satisfaisants; déjà indiquée et appliquée par MM. Naudin et Schneider, il y a quelques années, cette méthode a été perfectionnée par M. de Méritens qui pense employer un nouveau procédé non seulement pour épurer les alcools, mais aussi pour retarder la transformation des jus fermentescibles. Les aldéhydes et acétones dont la présence est une des causes d'infériorité de l'alcool sont détruits par suite des actions chimiques qui prennent naissance par l'effet du passage du courant.

Nous devons signaler aussi le procédé de purification des alcools par l'action de l'ozone qui est appliqué à l'usine Teilliard : l'action chimique qui amène la destruction des matières de mauvais goût, n'est pas due directement à l'action de l'électricité ; mais la production de l'ozone est la conséquence des décharges obscures qui se produisent dans des tubes en verre où circule un courant d'oxygène ; de telle sorte que ce procédé de purification des alcools repose également sur l'emploi de l'électricité.

L'action de l'électricité sur les alcools est une action purement chimique : mais cet agent agit également sur les vins et, dans ce cas, d'après les recherches de M. de Méritens, il semble que les phénomènes observés sont plus complexes : non seulement les vins soumis à des courants alternatifs ont présenté une amélioration, un commencement de vieillissement; mais, de plus, ils sont moins sujets à s'altérer et, même, ceux qui présentaient un commencement d'altération sont restés stationnaires, la maladie n'a pas progressé.

Le vieillissement paraît être un effet analogue à celui qui avait été obtenu déjà pour l'alcool, nous ne nous y arrêterons pas. La conservation des vins, la résistance aux maladies répond à un autre ordre d'idées : on sait que ces maladies sont dues à la présence d'êtres organisés, d'êtres vivants et qu'elles ne peuvent se manifester ou se développer si les êtres vivants sont tués par un procédé quelconque. M. de Méritens, ayant observé que ces organismes sont détruits par les courants alternatifs, proposa de soumettre les vins à l'action de courants présentant de très rapides alternances : les expériences ont confirmé ces prévisions. Il ne s'agit pas ici seulement d'essais de laboratoire de peu de durée : le procédé de M. de Méritens est appliqué sur une assez grande échelle à l'entrepôt de Bercy ; d'autre part, des vins traités par l'électricité ont été conservés pendant deux ans, sans avoir présenté de traces d'altération, quoiqu'ils n'aient été soumis à aucun traitement, à aucun soutirage : l'épreuve semble donc concluante et il y a là, à ce qu'il nous semble, une nouvelle application de l'électricité sur laquelle il était bon d'appeler l'attention.

En dehors des êtres microscopiques, des microbes, les autres êtres vivants, végétaux et animaux, subissent-ils l'influence de l'état électrique de l'atmosphère? Il ne paraît pas douteux, pour l'homme au moins, qu'il n'y ait une action, car, quoique la preuve n'en ait pas été donnée absolument, il semble que cet état électrique est la cause du malaise mal défini que l'on éprouve à certains jours, notamment par les temps orageux. Il était intéressant de voir si les végétaux subissent cette influence et de rechercher, dans le cas de l'affirmative, si cette influence est favorable ou non aux progrès de la végétation. Pour cela, il fallait étu-

dier comparativement les croissances de plantes poussant dans les conditions ordinaires, soumises dès lors à l'action de l'électricité atmosphérique et celle de plantes soustraites à cette action : or il est facile de réaliser cette dernière condition, en s'appuyant sur l'expérience connue de Faraday : il suffit en effet d'entourer une plante d'une cage métallique en communication avec le sol pour être assuré que cette plante ne subit pas l'influence de l'électricité ambiante. Bien entendu, cette cage doit être choisie à larges mailles, de manière à ce que sa présence ne modifie pas d'une façon sensible l'action de l'air ni celle du soleil. Les premières recherches qui furent faites à ce sujet ont donné des résultats discordants : certaines plantes croissaient plus rapidement quand elles étaient soustraites à l'influence de l'électricité atmosphérique; c'était l'inverse pour d'autres plantes.

M. Spechnew a repris ces recherches, les a étendues en les modifiant et les résultats qu'il a obtenus ont été favorables.

Dans une grande ferme du gouvernement de Pskoff, il a disposé en diverses parties d'un champ des supports isolants terminés par des couronnes métalliques munies de pointes en cuivre doré; ces couronnes étaient réunies entre elles par des fils métalliques, de telle sorte que cet ensemble entretenait au-dessus du champ un milieu électrisé. Or, le rendement de ce champ fut constamment supérieur à celui des champs voisins qui n'étaient pas placés dans les mêmes conditions étectriques, et M. Spechnew a conclu de cette expérience que la décharge lente de l'électricité statique facilite aux plantes l'assimilation de l'azote de l'air.

Dans une autre expérience faite au jardin botanique de Kiew, les plantes étaient soumises directement à l'action de courants électriques traversant le sol où elles poussaient; à cet effet, aux extrémités des plates-bandes on enfouissait verticalement de grandes lames de zinc et de cuivre constituant avec la terre un véritable élément de pile; ces plaques étaient réunies extérieurement par un fil qui fermait le circuit. On observa pour les plantes soumises à cette action une accélération considérable du développement et une augmentation de dimensions, sans modification dans le goût.

Enfin, M. Spechnew reconnut d'autre part que, en soumettant, pendant deux minutes des graines à l'action de courants induits, on facilitait la germination : le développement de la plante se faisait dans un temps beaucoup plus court pour les graines électrisées que pour celles qui n'avaient pas subi cette action ; de plus les premières étaient, en général, plus développées.

Ce serait sortir de notre sujet que de montrer l'importance capitale de ces résultats s'il était prouvé qu'ils sont constants et qu'ils n'ont pas été la conséquence de la coïncidence de conditions favorables dans lesquelles l'électricité n'intervient que peu ou point. Les recherches de ce genre doivent donc être suivies avec soin, et il est à désirer qu'elles soient renouvelées pour diverses plantes et dans divers pays.

Un fait qui a été remarqué par M. Spechnew mérite d'être signalé tout spécialement : il a noté qu'une maladie communiquée artificiellement à des betteraves ne s'est pas développée dans des parcelles de terre qui étaient soumises à l'action électrique.

Ce fait est à rapprocher de ceux qui ont été signalés par MM. Apostoli et Laquerrière qui ont reconnu que des bouillons de culture ensemencés de bactéridies charbonneuses deviennent stériles lorsqu'ils sont traversés pendant quelques minutes par des courants ayant une intensité minima de 300 milliampères pour une section de 6^{cmq}; pour des intensités moindres, on obtiendrait seulement une atténuation du virus.

Nous n'insistons pas, car les questions de ce genre sont plutôt du domaine de la physiologie que de celui de la physique pure.

Il en est de même des faits qui ont été observés pour l'action des courants alternatifs sur les êtres vivants, sur l'homme. M. Elihu Thomson a reconnu, par exemple, qu'on obtient des effets égaux pour des courants dont les intensités sont dans le rapport de 1 à 20 si les interruptions sont respectivement de 120 et de 4.508 par seconde. Ces faits nous paraissent mériter d'être signalés dans une Revue de Physique.

C.-M. Gariel,

Professeur de Physique
à la Faculté de Médecine de Paris.
Membre de l'Académie de Médecine.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Brisse (Ch.); *Professeur à l'Ecole Centrale et au Lycée Condorcet, Répétiteur à l'Ecole polytechnique.* — **Cours de Géométrie descriptive.** *2 vol. gr. in-8°, avec 433 fig. dans le texte* (12 *fr.*). *Gauthier-Villars et fils, Paris*, 1891.

En dépit de son but modeste, qui est le développement du programme de Géométrie descriptive des classes de Mathématiques élémentaires et de Mathématiques spéciales, l'ouvrage de M. Brisse mérite d'être signalé au public savant pour les remarquables qualités de méthode et d'exposition qui le distinguent. Une claire intuition des vrais besoins de la pratique, partant, des réelles exigences de l'enseignement, car, en de telles matières, celles-ci résultent directement de ceux-là; un esprit véritablement géométrique; un souci constant de la rigueur et de la simplicité; un tour neuf et original; voilà, si nous ne nous trompons, un ensemble de caractères constituant, pour un livre de cet ordre, un mérite qui n'est point banal.

Le premier volume est consacré à la droite et au plan, le second aux cônes, aux cylindres et aux surfaces de révolution.

La solution de tout problème de Géométrie descriptive, c'est-à-dire l'exécution du trait, est toujours précédée de celle d'un problème de Géométrie pure ayant pour but de définir les opérations à effectuer par la méthode graphique. Ce principe, très nettement posé par Hachette et dont l'oubli, trop fréquent, entraîne une confusion regrettable dans l'esprit des élèves, est scrupuleusement observé par M. Brisse. Ce n'est pas un des côtés les moins dignes de remarque du livre. On doit également signaler la très heureuse préoccupation de l'auteur de s'en tenir aux méthodes générales, susceptibles de s'appliquer à tout un ensemble de questions du même ordre. La diversité des procédés particuliers, faite pour charmer l'esprit lorsqu'il s'agit de spéculation pure, est bien loin de constituer un avantage dans le domaine de l'application, où la plus grande généralité doit être recherchée en même temps que le maximum de simplicité. M. Brisse était mis en garde contre la tendance fâcheuse qu'accusent à cet égard certains cours de Géométrie descriptive, par la juste appréciation du but pratique que vise cette branche particulière de la science appliquée, simple exposition méthodique, comme il le remarque très justement, des procédés géométriques employés dans le trait de stéréotomie. Cette saine façon d'envisager le sujet perce dès les premières lignes du livre, à propos de la représentation du point que l'auteur expose telle que les gens techniques, les seuls qui aient en somme à utiliser les procédés de la Géométrie descriptive, ont coutume de l'envisager dans les applications à l'art des constructions, c'est-à-dire abstraction faite du rabattement du plan vertical qui constitue pour les commençants une complication inutile.

Il est à peine besoin de dire que M. Brisse a su, sur de nombreux points, introduire de notables perfectionnements de détails. Nous citerons les suivants : développement d'une section plane d'un cône; branches infinies de l'intersection des cônes et des cylindres; résolution des trièdres; tangentes aux points doubles de l'intersection de deux cônes; courbes d'ombre sur les surfaces de révolution; tangentes aux points doubles de l'intersection d'une surface de révolution par son plan tangent.

Chemin faisant, l'auteur donne des démonstrations nouvelles et élégantes des diverses propriétés des surfaces du second ordre dont il a besoin. Afin d'éviter toute confusion, ces petites digressions géométriques sont distinguées du corps principal du sujet par une impression en petits caractères et un numérotage spécial.

Nous ne doutons pas qu'avec cet ensemble de belles qualités, le traité de M. Brisse ne soit destiné à devenir promptement classique, et nous estimons que les maîtres n'auront certainement pas moins de profit que les élèves à en tirer. M. d'Ocagne.

2° Sciences physiques.

Dumont (Georges), **Leblanc** (M.), et **de la Bédoyère** (E.). — **Dictionnaire théorique et pratique d'Electricité et de Magnétisme.** *Un vol. in-4° de 1000 pages.* (30 *fr.*) *Vve Larousse*, 15, *rue Montparnasse, Paris*, 1891.

Nous sommes heureux de signaler à nos lecteurs ce bel in-quarto, où les auteurs, « tous les trois jeunes, pleins d'ardeur et très initiés dans la science qu'ils voulaient vulgariser » comme le dit M. Hippolyte Fontaine dans l'intéressante préface de l'ouvrage, ont condensé en 2.000 colonnes la science, ou plutôt la technique électrique moderne. Imprimé en petits caractères, qui cependant ne fatiguent pas les yeux, grâce à une typographie très soignée, ce dictionnaire contient une quantité prodigieuse de matériaux très bien classés, en général parfaitement équilibrés; l'illustration est suffisante et pas encombrante. La partie pratique ou technique de l'ouvrage l'emporte naturellement de beaucoup sur la partie théorique, trop peut-être, et, bien que les théoriciens puissent en général se passer de dictionnaire dans leur domaine, nous eussions voulu voir donner plus de développement à certains articles, tels, par exemple, que celui qui est consacré à la théorie électro-magnétique de la lumière. Si nous voulions signaler de beaux et bons articles, nous n'aurions que l'embarras du choix; relevons plutôt quelques imperfections : la *convection* est définie comme « transport de l'électricité par l'intermédiaire d'un fluide dont les molécules sont dans un état constant d'oscillation »; mouvement oui, oscillation non. Pour la variation de la résistance électrique avec la température, les auteurs ne citent que les nombres bien vieillis de Matthiessen; nous possédons mieux aujourd'hui, et, depuis que le mercure est devenu le métal étalon, il conviendrait de ne plus lui appliquer (avec quatre décimales) un nombre erroné de 20 pour 100.

Et cet affreux mot « Attractionmètre »! Il n'est pas permis, Dieu merci, de maltraiter à ce point la langue française; les auteurs n'en sont pas seuls coupables, puisqu'ils n'ont pas la paternité de ce petit monstre; mais c'est déjà trop que d'adopter un pareil enfant.

Les quelques imperfections de ce bel ouvrage sont de cet ordre, et bien faciles à corriger dans une seconde édition. Nous n'en aurions certainement rien dit à propos d'un ouvrage de moindre valeur : mais il ne faut pas oublier que l'on peut se montrer très exigeant à l'égard d'un livre qui est destiné à faire autorité. Notre dernière critique pourrait paraître mesquine, appliquée à ce cas particulier; mais nous avons voulu signaler à cette occasion la fâcheuse tendance qu'ont aujourd'hui beaucoup d'électriciens, d'en prendre trop à leur aise avec le vocabulaire français.

Les auteurs ont eu la très heureuse idée de donner en leur ordre alphabétique la biographie des grands électriciens; c'est une innovation que beaucoup de

ecteurs apprécieront. Terminons par une phrase banale, absolument sincère du reste, en disant que ce nouveau *Dictionnaire d'Electricité* a sa place marquée au bon coin de toutes les bibliothèques.

Ch. Ed. GUILLAUME.

Fernbach (A.) — **Recherches sur la Sucrase, diastase inversive du sucre de canne.** *Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris, le* 26 *décembre* 1890. *Imprimerie Charaire et fils, Sceaux*, 1891.

Les diastases sont certainement les plus singulières de toutes les substances que la cellule vivante secrète à l'état normal : comparables à nos réactifs de laboratoire, en ce sens que leur action hydratante peut toujours être reproduite par les acides étendus, les diastases conservent dans leur allure générale cette sensibilité exquise qui est le propre des organismes figurés et en fait des matières presque vivantes encore. La température, la réaction du milieu, le contact de l'oxygène, la lumière, sont autant de circonstances qui modifient leur activité et peuvent même les détruire; il résulte de là, ainsi que M. Fernbach le fait remarquer dès le début de son travail, une impossibilité absolue d'obtenir actuellement ces corps à l'état de pureté complète et par conséquent de connaître leur véritablecomposition chimique.

Leur étude est cependant l'une des plus intéressantes que puisse aborder la chimie biologique, car le rôle des diastases, en physiologie, est immense : la plus humble cellule en produit, elle les utilise à sa nutrition; c'est même, à elles, qu'elle doit sa naissance, et, si obscurs que soient encore pour nous les phénomènes de la vie, il est permis d'affirmer qu'ils reposent tous, et peut-être uniquement, sur le jeu des diastases; nous ne pouvons donc que nous féliciter de voir apparaître un travail d'ensemble à leur sujet.

M. Fernbach étudie la plus simple de toutes les diastases connues, la *sucrase* ou *invertine*, dont l'effet est de transformer le sucre en sucre interverti, c'est-à-dire en un mélange de glucose et de lévulose; dans la première partie de son travail il examine la sucrase de l'*Aspergillus niger*, qu'il est facile d'obtenir en grande quantité.

On sait depuis longtemps que la présence des acides favorise l'action des sucrases; M. Fernbach nous apprend que cette influence s'exerce à dose infiniment petite, insaisissable même aux réactifs colorés les plus délicats; la dose la plus efficace est fixe pour chacun des acides essayés : elle correspond à $\frac{1}{15000}$ pour l'acide oxalique, à $\frac{1}{100}$ environ pour l'acide acétique; au voisinage de ces nombres, de petites variations dans l'acidité des liqueurs n'ont pas d'influence bien sensible sur les résultats observés; le maximum d'effet est enfin le même pour tous les acides, employés à la dose la plus favorable.

Les alcalis entravent l'action de la sucrase, sans doute à cause de leur action destructive; le contact prolongé de l'air les oxyde, et cette oxydation devient surtout sensible lorsqu'on expose à la lumière une dissolution de sucrase additionnée d'un léger excès d'acide.

M. Fernbach propose alors, en se fondant sur toutes ses observations antérieures, un moyen de doser la sucrase en unités, qu'il définit de la manière suivante :

« *L'unité de sucrase est la quantité capable d'intervertir* 20 *centigrammes de sucre en une heure, à la température de* 56° *et en présence de* $\frac{1}{100}$ *d'acide acétique.* »

En possession de cette méthode, que nous ne pouvons décrire ici en détail, l'auteur étudie le développement de l'*Aspergillus*, au point de vue particulier de la secrétion des diastases, et il reconnaît que la plante est d'autant plus riche en sucrase qu'elle est plus jeune; les liquides de culture n'en renferment, au contraire, que vers la fin de la végétation, comme si la sucrase ne pouvait se répandre au dehors qu'au moment où cette végétation perd peu à peu sa vigueur ou devient plus pénible.

On sait, au reste, que la sucrase ne se diffuse qu'avec une extrême lenteur et qu'elle est arrêtée presque totalement par la paroi des filtres en porcelaine.

Dans une seconde partie, M. Fernbach expose le résultat de ses recherches sur les sucrases des levures de Tantonville, de pale ale, de Champagne ou du *Saccharomyces Pastorianus.* Loin d'être identiques à celle de l'*Aspergillus*, ces diastases passent aisément au travers des filtres en porcelaine; éminemment sensibles à l'action des acides, elles présentent encore un optimum d'activité qui correspond à $\frac{1}{5000}$ d'acide acétique pour les levûres de Tantonville ou de Champagne, à $\frac{1}{2000}$ du même acide pour le *Saccharomyces Pastorianus* ou la levûre de pale ale.

La nature du milieu où ces organismes se développent paraît avoir une influence considérable sur la proportion de sucrase qu'ils élaborent; la levure de Tantonville, par exemple, donne des quantités considérables de sucrase lorsqu'on la cultive dans du moût de bière ou dans de l'eau de levure et seulement des traces quand on la transporte dans de l'eau de touraillons sucrée.

Cette différence, que l'auteur attribue à un défaut d'alimentation azotée, ainsi qu'à la *nature* de l'azote que le végétal assimile, permet de s'expliquer dans une certaine mesure, si l'on se rappelle que plusieurs diastases jouissent de propriétés violemment nocives, le mécanisme de l'atténuation ou de l'exaltation de la virulence chez certains microbes pathogènes.

Une pareille conclusion donne une idée de l'intérêt qui s'attache à l'étude approfondie des diastases; c'est par elle que nous terminerons ce résumé nécessairement incomplet.

Les recherches de M. Fernbach nous enseignent, en un mot, que l'action des diastases est infiniment plus complexe qu'on ne le supposait jusqu'à présent; il reste donc une ample moisson de résultats nouveaux à recueillir au cours de leur étude. Espérons que le travail de M. Fernbach trouvera des continuateurs et que ce chapitre encore presque inexploré de la chimie biologique prendra bientôt l'importance qui lui appartient.

L. MAQUENNE.

3° Sciences naturelles.

Schimper (A.-F.-W.). **Zur Frage der Assimilation der Mineralsalze durch die grüne Pflanze.** (*Sur l'assimilation des sels minéraux par la plante verte*), *Flora, Heft III.*

Des recherches qui ont été entreprises jusqu'aujourd'hui sur l'absorption et l'élaboration des sels minéraux par la plante sont les unes d'ordre purement chimique, les autres d'ordre anatomique. Il restait à suivre les principes salins, par des méthodes microchimiques, depuis le moment de leur entrée dans la plante jusqu'au lieu de leur emploi, à déterminer les conditions générales de leur assimilation, et à préciser la signification de leurs bases dans les phénomènes nutritifs. C'est là l'objet du travail de M. Schimper.

Un premier chapitre est consacré à l'exposé des moyens d'analyse susceptibles d'être utilisés dans le cours de recherches de ce genre. Une application suivie n'en a guère été faite dans les diagnoses biologiques, tandis que, depuis nombre d'années déjà, les minéralogistes sont en possession de méthodes qui leur permettent de reconnaître avec certitude la plupart des éléments constitutifs des roches.

L'auteur détermine les réactions tantôt sur des objets frais, tantôt sur les cendres de la plante. Quand les précipités obtenus ne se laissent pas facilement caractériser, on peut mettre à profit la méthode de Borodin, qui consiste à traiter la substance présumée par une solution saturée de la même substance, auquel cas il ne doit pas y avoir dissolution.

Donnons, comme exemple, la manière de procéder dans la recherche des sels de calcium. Dans les cendres

on tâchera de préférence de former le sulfate de calcium, par addition d'acide sulfurique; pour la plupart des plantes, les aiguilles de gypse se forment presque immédiatement, tant il y a de calcium dans les cendres. Dans les sucs végétaux, on mettra facilement la chaux en évidence au moyen de l'oxalate d'ammoniaque, qui donne un précipité d'oxalate de calcium. A la température ordinaire, ce précipité se présente en petites pyramides; il est formé au contraire de prismes monocliniques si l'on emploie le réactif bouillant. Lorsque le suc est riche en sels de chaux, on peut provoquer la formation du carbonate de calcium au moyen du carbonate d'ammoniaque; le carbonate calcique se dépose sous forme de petits rhomboèdres très réfringents.

L'auteur donne ensuite les réactifs microchimiques du chlore, du potassium, du magnésium, de l'acide oxalique, phosphorique et nitrique; etc. Le réactif des nitrates est, comme l'on sait, la diphénylamine, qui en présence de ce genre de sels prend une teinte bleue, même lorsqu'il n'y a que des traces de nitrates. L'acide sulfurique offre de grandes difficultés pour la diagnose microscopique.

Pour déterminer les tartrates, par exemple dans la Vigne, on traite les matériaux par le chlorure de calcium, ce qui détermine la précipitation du bitartrate de calcium, en cristaux du système rhomboïdal, solubles dans l'acide acétique étendu.

Un second chapitre traite de la répartition et du transport des principes minéraux dans la plante.

Dans la graine il est fort difficile de mettre en évidence la présence des sels minéraux, et la recherche microscopique donne le plus souvent un résultat négatif. Cela tient à ce que ces sels, du moins les phosphates, se trouvent en majeure partie à l'état de combinaison lâche avec des principes albuminoïdes. Par contre, des phosphates, des chlorures, des nitrates ont pu être reconnus dans divers rhizomes, par exemple dans les tubercules de la Pomme de terre. Dans les points végétatifs de pousses diverses, ainsi que dans le mésophylle des feuilles adultes, on ne rencontre pas de phosphates minéraux, mais seulement des combinaisons phosphatées organiques.

Les plantes, on le sait, n'absorbent pas avec la même intensité les sels qu'elles rencontrent dans le sol, ou dans un milieu artificiel. A cet égard, l'auteur a constaté des variations curieuses. Ainsi, certaines plantes n'absorbent que juste la quantité de sels nécessaire à leur consommation immédiate (*Amentacées, Conifères...*); d'autres accumulent les sels dans leur parenchyme, même lorsque le sol n'en contient qu'une fort petite quantité (*Crucifères...*); d'autres enfin absorbent de préférence certains sels, les autres n'étant admis qu'en très minime proportion : l'*Allium Cepa* prend surtout les phosphates; divers arbres, les chlorures; etc.

Les sels minéraux ne se répandent pas librement dans toute la plante; les méristèmes, les laticifères, les faisceaux libériens, etc. en sont dépourvus, ou mieux ne les contiennent qu'en combinaison avec des principes organiques.

Dans divers méristèmes l'auteur a trouvé les réactions de la potasse et de la magnésie, tandis qu'il n'a pu y distinguer la chaux; les deux premières bases se rencontrent aussi très nettement dans le mésophylle.

L'oxalate de chaux est longuement étudié. Dans les organes autres que les feuilles, l'écorce, par exemple, M. Schimper en rattache la formation, non aux tubes criblés, comme l'indique du reste la répartition des cellules oxalifères, mais au cambium, dans lequel s'accomplissent des actions chimiques intenses, dont résulte la production de l'acide oxalique, puis la précipitation de l'oxalate. Certaines plantes sont dépourvues d'acide oxalique; elles renferment alors des sels à acides organiques variables (acides tartrique, malique...)

L'auteur traite ensuite du rôle de la potasse et de la chaux dans les phénomènes nutritifs. Ces deux bases sortent des organes de réserve sous la forme de phosphates. Dans les méristèmes, le phosphate de calcium est décomposé : l'acide phosphorique sert à la synthèse de la nucléine, qui s'y poursuit activement, tandis que la chaux s'unit à l'acide oxalique, qui est, comme l'on sait, un produit accessoire de cette synthèse; de la sorte se constituent des raphides. De même aussi se forme de l'oxalate de potassium.

L'importance fondamentale de la chaux dans la plante s'explique, selon l'auteur, par ce fait que sa présence élimine peu à peu l'oxalate acide de potassium, sel nuisible, en le transformant en oxalate de calcium; et en effet, lorsque la chaux vient à manquer, la plante ne tarde pas à périr sous l'effet de l'oxalate de potassium qui est pour elle, à partir d'une certaine dose, un véritable poison. Aussi faut-il envisager l'oxalate de potassium, produit secondaire de l'assimilation des sels minéraux, comme un sel de formation antérieure à l'oxalate de calcium. De la sorte la chaux n'apparaît pas comme un principe constitutif fondamental de la cellule vivante.

Dans la dernière partie de son travail, l'auteur est amené à penser que les conditions de l'assimilation de l'acide nitrique sont les mêmes que celles de l'acide carbonique, savoir : présence de la chlorophylle et de la lumière. L'acide nitrique serait donc réduit par le pigment vert comme l'acide carbonique, avant que son azote puisse être assimilé; il en serait de même pour l'acide sulfurique. Au contraire, l'acide phosphorique des phosphates serait employé comme tel à l'édification des matières organiques, et non au préalable réduit comme les acides précédents. Il va sans dire que de nouveaux faits sont nécessaires pour donner un plus grand fonds de vérité à l'idée générale de l'auteur, savoir : que tous les principes minéraux subiraient leur première élaboration organique dans le parenchyme vert de la plante, particulièrement dans le mésophylle. Er. Belzung.

Chauveau, *Membre de l'Académie des Sciences, Professeur au Muséum.* — **Le travail musculaire et l'énergie qu'il représente.** — *Un vol. in-8°. (8 fr.) — Asselin et Houzeau, éditeurs, place de l'Ecole de Médecine, Paris,* 1891.

« Le muscle contracté est un organe qui a subitement acquis une très grande élasticité. » Cette définition résume l'idée essentielle du livre de M. Chauveau. Comme le fait remarquer l'auteur, la conception qu'elle exprime n'est pas nouvelle, car elle se rattache à la théorie jadis émise par E. Weber. Il s'en faut cependant que tous les physiologistes l'aient adoptée. M. Chauveau a fait mieux que de la rajeunir : l'étude serrée à laquelle il l'a soumise, les vues personnelles qu'il y a introduites, lui donnent un véritable cachet d'originalité. La notion du *travail* en physiologie ne saurait en effet être considérée comme identique à ce que l'on désigne sous ce nom en mécanique. Le mécanicien ne peut concevoir un travail sans déplacement; aux yeux du physiologiste, au contraire, l'effort déployé pour maintenir un poids en équilibre constitue une réelle dépense d'énergie. M. Chauveau donne à cette dépense le nom de *travail*, prenant d'ailleurs soin de définir, dès le début de son livre, les termes du vocabulaire qu'il adopte.

Dans les conditions statiques, alors, par exemple, que le bras maintient un poids dans une position déterminée, l'énergie dépensée ou, — ce que M. Chauveau regarde comme synonyme, — « l'élasticité de contraction créée », doit répondre à deux objets : l'un, tout intérieur, ayant pour obstacle la résistance du muscle au raccourcissement; l'autre, extérieur, destiné à faire équilibre au poids tenseur. Au moyen d'une série de graphiques, l'auteur montre les relations qui existent entre ces deux facteurs au point de vue de la « création de l'élasticité ». Si le muscle reste dans un état de raccourcissement constant, c'est-à-dire, dans le cas étudié, si le bras forme un angle constant avec l'avant-bras, l'énergie totale, autrement dit, « la création d'élasticité nécessaire pour maintenir des poids différents au même

niveau » sera fonction uniquement de ces poids. En d'autres termes, à l'état d'équilibre, l'élasticité de contraction ne dépend que du poids tenseur, croît et décroît avec lui. Mais, si l'on étudie diverses positions d'équilibre, il faut naturellement faire intervenir le second facteur, la résistance musculaire, variable avec le raccourcissement : on reconnaît alors que l'élasticité, telle que l'entend M. Chauveau, est en définitive fonction du produit du raccourcissement par la charge.

Pour vérifier ses conceptions, M. Chauveau s'est attaché à déterminer l'échauffement du muscle travaillant en différentes conditions. Ses expériences, qui rappellent celles de Béclard, bien qu'avec des conclusions différentes, ont porté sur le biceps de l'homme ; les variations thermiques, malgré les causes d'erreur inévitables en pareille recherche, constituent encore les meilleures indications du travail fourni par le muscle, car ce travail n'est lui-même que « la substitution de la force élastique de contraction à l'énergie chimique originelle. » La question du raccourcissement musculaire ou de la dépense d'élasticité *cachée*, — par opposition à l'élasticité effective, fonction du poids, — trouve son critérium dans les lectures du thermomètre : pour un même travail externe l'échauffement varie suivant le raccourcissement du muscle.

Ces données s'appliquent aussi, d'après M. Chauveau, à l'état dynamique : l'éminent physiologiste considère le muscle qui soulève une charge comme passant par une infinité d'états statisques. Sa théorie et l'expérience montrent que l'énergie dynamique déployée par un muscle soulevant une charge et la ramenant à son point de départ, est égale à la moyenne des quantités d'énergie déployées à l'état statique pour maintenir, pendant le même temps, la même charge aux deux points extrêmes de la course. Il existe toutefois un certain écart entre le chiffre théorique et le chiffre expérimental, ce dernier étant légèrement inférieur à la moyenne. M. Chauveau cherche l'explication de cette différence dans l'intervention d'un facteur nouveau : le travail des plaques motrices terminales.

L'auteur a annexé à son livre une partie documentaire très importante, où l'on trouvera ses recherches antérieures sur la dynamique animale, travaux qui l'ont amené à la conception dominante du présent ouvrage. L. O.

4° Sciences médicales.

Boulloche (Pierre). — **Sur la polyarthrite suppurée et les myosites déterminées par le pneumocoque.** *Archives de médecine expérimentale, Paris, mars* 1891, *t. III, p.* 252.

Dans un cas de polyarthrite aiguë chez un enfant de 5 ans, mort d'une pneumonie développée 7 jours après le début des accidents, M. Boulloche a constaté dans le pus articulaire l'existence du pneumocoque de Talamon-Fraenkel. Plusieurs masses musculaires, enflammées et suppurées, contenaient de même des pneumocoques. C'est là une localisation encore inconnue au cours de l'infection pneumococcique. Henri HARTMANN.

Monin (Dr E.), *Secrétaire de la Société française d'Hygiène.* — **Formulaire de Médecine pratique** 1 *vol. in-*8° *de* 566 *pages* (*Prix :* 5 *fr.*). *Société d'éditions scientifiques*, 4, *rue Antoine-Dubois, Paris*, 1891.

Ce livre renferme une multitude de formules. L'auteur les a classées suivant l'ordre des maladies auxquelles elles se rapportent. Il y a fait une grande place aux nouveaux remèdes, dont il importe de faire usage « pendant qu'ils guérissent », fournissant ainsi au lecteur philosophe l'occasion de méditer sur les fluctuations de la pratique médicale.

Dans un « Avis » spirituellement écrit, comme tout ce qui sort de sa plume, le Dr Monin passe en revue cette succession de médicaments que les découvertes de la science ou les caprices de la mode ont rendus célèbres en ces dernières années :

« D'abord, c'est l'accroissement énorme des antiseptiques et désinfectants, dont la consommation suit parallèlement les progrès de la révolution microbienne : l'acide phénique, par exemple, dont la Pharmacie Centrale fournissait 369 kilogrammes en 1876, atteint, en 1885, 11.217 kilogrammes. Les proportions sont analogues pour l'acide borique, le sublimé, etc.

« Les salicylates se sont ancrés aussi dans la faveur de l'opinion ; et leur vogue méritée, pour le traitement du rhumatisme et de la goutte, n'est probablement pas près de disparaître. Le fer et l'arsenic fournissent toujours un chiffre invariable et important de médicaments, souverains contre les anémies, l'herpétisme, etc... La médication alcoolique (très à la mode vers 1877, à l'époque où nous soutenions notre thèse) a sensiblement perdu du terrain : on commence à lui reconnaître des inconvénients trop réels et spécialement une action souvent offensive sur le tube digestif.

« La caféine, dont les hôpitaux consommaient 10 grammes seulement en 1876, arrive aujourd'hui à 6 kilogrammes : c'est un tonique du cœur, qui a certainement nui (est-ce à tort, est-ce à raison ?) à l'antique digitale, reconstituante et régulatrice par excellence du système vasculaire.

« Le chloroforme et l'éther, ces merveilleux agents anesthésiques, voient leur consommation augmenter de jour en jour, à mesure que l'audace de la chirurgie s'accentue et que se multiplient les grandes opérations. La morphine, si puissante dans le combat contre la douleur, monte au chiffre annuel de 17 kilog. : chiffre énorme, si l'on songe que la dose moyenne de ce médicament est un centigramme.

« En 1832, les marais de la Hongrie étaient dépeuplés de leurs sangsues ; mais, depuis cette époque, l'étoile de ces hirudinées n'a fait que décroître progressivement ; à partir de 1876, leur consommation a encore diminué de moitié ; et, en 1885, elle ne dépasse guère, annuellement, 26.000. Aujourd'hui, en effet, la déplétion sanguine n'est plus en honneur : la mode est aux toniques et aux défervescents ; et le praticien contemporain semble avoir pris pour devise :

Avec la dernière lancette,
Saignons la dernière sangsue !

« Parmi les autres médicaments dont il faut signaler la marche ascensionnelle, citons le chloral, si précieux contre l'insomnie ; l'aconitine, qui calme les douleurs névralgiques ; l'atropine, qui tarit les sueurs profuses de la phtisie ; l'antipyrine, dont la vogue immense et certainement exagérée a fait, en peu de temps, la fortune des Allemands. L'augmentation incessante des maladies du système nerveux explique fort bien le grand succès des bromures, qui ont pris, de nos jours, une extension colossale, puisque les hôpitaux de Paris en consomment actuellement près de 1.000 kilogrammes par an.

« Pendant que les bromures gagnent du terrain, nos vieux antispasmodiques, jadis si vantés (tels que le camphre, le musc, les valérianées, l'assa-fœtida, le laurier-cerise, etc...) tendent à disparaître de la pharmacopée hospitalière. Il en est de même de la vératrine et d'autres alcaloïdes dont le discrédit s'explique moins. L'ergotine, ce puissant excitant des muscles de la vie animale, suit, au contraire, une marche ascendante. Le jaborandi décline, malgré ses brillantes promesses d'il y a dix ans : ses défauts sont d'être un agent trop infidèle et d'un secours thérapeutique encore mal défini.

« Gui Patin serait heureux s'il pouvait constater la décadence actuelle des antimoniaux et de l'émétique, qu'il appelait si méchamment *tartre stygié*. Il applaudirait aussi aux progrès incessants que font les balsamiques, et notamment la créosote et la térébenthine, contre les affections catarrhales de tout genre.

« L'usage de la viande crue en médecine et en alimentation, celui de la viande mal cuite, tendent à diminuer, puisque le ténia ou ver solitaire est actuellement rare à Paris. (La poudre de viande et les vins de peptone remplacent avantageusement la pulpe de viande.) Comme conséquence, le kousso, la fougère mâle, la mousse de Corse, la racine de grenadier et les autres vermifuges sont notablement en baisse. La pepsine, dont les services sont si souvent douteux, est également sur son déclin.

« L'iodure de potassium a doublé, en dix ans, sa consommation (1.079 kgr. en 1885). Cet important accroissement tient aux applications multipliées de ce médicament, fondant et résolutif par excellence, dont les bénéfices curatifs s'étendent aux affections les plus diverses. Les mercuriaux augmentent aussi, quoique bien moins ; ils suivent la diffusion progressive de la syphilis à Paris. »

Pourquoi le Dr Monin a-t-il demandé au Professeur Peter une préface à son livre ? Il faut avoir le courage de le dire, cette préface où l'écrivain *blague* l'introduction des méthodes précises de la science dans les choses de la médecine, est au-dessous de tout.

L. O.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

La **Revue** *analysera prochainement les travaux de diverses Académies et Sociétés dont, par exception, le compte-rendu n'a pu trouver place dans le présent numéro.*

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 1er juin 1891.

1° Sciences mathématiques. — M. **A. Pellet** : Sur les équations abéliennes. — M. **A. Duboin** propose, pour apprécier le mouvement vertical des aérostats, un appareil très sensible ; c'est un manomètre différentiel de Kretz, rempli d'un côté par de l'essence de térébenthine, de l'autre par un mélange d'eau et d'alcool de densité très peu supérieure; la branche de ce côté peut être fermée par un robinet; un mouvement vertical de l'aérostat de 10 mètres, à partir du moment où l'on ferme le robinet, s'accuse par un déplacement de 10 centimètres de la surface de séparation des liquides.

2° Sciences physiques. — M. **F. de Lalande** a perfectionné la pile inventée par M. Chaperon et lui, où la réaction consiste à attaquer le zinc par la potasse caustique et à dépolariser par la réduction de l'oxyde de cuivre; par l'emploi d'agglomérés d'oxyde de cuivre métallisés superficiellement, il donne à ces couples une résistance très faible avec une grande constance. — Une note de M. **A. Crova** sur l'analyse de la lumière diffusée par le ciel, contient les conclusions du travail communiqué par lui à la séance précédente. — M. **Mascart** présente le second volume du *Traité d'Optique* dont il a entrepris la publication. — La densité d'un corps au point critique est donnée en fonction des éléments du point critique, pression, température absolue et volumes critiques, par une formule où intervient un facteur F que M. Van der Waals posait égal à 2,67; l'expérience démontre que l'approximation de ce chiffre est insuffisante; d'autre part, M. Sarrau a donné comme expression de F une fonction du coefficient α et β de son équation; mais les valeurs de ces coefficients ne sont connus que pour deux gaz. M. **Ph.-A. Guye** propose de regarder ce facteur, pour une première approximation, comme une fonction linéaire de la température critique absolue du corps considéré, soit $F = A(1 + B\Theta)$; les valeurs numériques de A et B étant déterminées au moyen de données relatives à l'azote et à l'iodobenzine, on a les éléments pour calculer la densité critique ; on sait que celle-ci doit être égale au poids moléculaire divisé par 28,87; la formule proposée par M. Guye donne pour huit corps très différents des valeurs de d, qui ne s'écartent que très peu de la valeur $\frac{M}{28,87}$. — MM. **Berthelot** et **André** ont étudié, au point de vue calorimétrique, l'acide humique dérivé du sucre et ses sels, qu'ils avaient étudiés au point de vue chimique dans une communication précédente; les conclusions de leurs recherches sont les suivantes : l'acide humique est un acide polybasique; il se déshydrate partiellement par dissociation; il peut se combiner à trois équivalents de base ; la combinaison avec le premier équivalent est très énergique et comparable à la combinaison des acides minéraux forts avec les oxydes alcalins ; les deux équivalents suivants dégagent par leur combinaison beaucoup moins de chaleur. Ces matières humiques, comparables à celles du sol, éprouvent ainsi, sous l'influence d'une base, des phénomènes d'hydratation, puis, par l'action inverse des acides, des effets de déshydratation spontanée par dissociation; séries d'effets susceptibles de constituer un mécanisme en vertu duquel les énergies extérieures seraient continuellement introduites dans les réactions chimiques accomplies pendant le cours de la végétation naturelle. Enfin, l'acide humique est formé depuis les sucres avec dégagement de chaleur, mais ce dégagement ne dépense qu'une portion de l'excès thermique de ces hydrates de carbone sur le carbone et l'eau, susceptibles d'être formés par destruction totale; il en résulte que l'acide humique serait formé également depuis le carbone et l'eau avec absorption de chaleur, c'est-à-dire qu'il renferme un excès d'énergie susceptible d'être dépensé dans le cours des transformations consécutives qui s'opèrent par des actions purement chimiques ou avec le concours des agents microbiens, soit dans le sol, soit au contact du sol et des végétaux. — M. **C. Matignon** a fait l'étude thermique des produits d'oxydation de l'acide urique; il a déterminé les chaleurs de combustion de l'allantoïne, de l'alloxane et de l'alloxantine, et la chaleur dégagée par la transformation de l'alloxane en alloxantine sous l'action du protochlorure d'étain; la comparaison des chaleurs de dissolution de l'alloxane sous ses différents états d'hydratation montre que le composé $C^4O^2Az^2H^2$ doit être, conformément à l'hypothèse de Baeyer, considéré comme l'anhydride de l'alloxane, la chaleur dégagée par la première molécule d'eau étant hors de proportion avec l'adjonction d'une molécule d'eau de cristallisation. — M. **W. Timofeiew** continue ses recherches sur les chaleurs spécifiques des solutions. — MM. **A. Joly** et **E. Leidié** indiquent une méthode pour rechercher et séparer les métaux du platine, en particulier le palladium et le rhodium, en présence des métaux communs : cette méthode est fondée sur l'étude antérieurement faite par ces auteurs des combinaisons de ces métaux avec l'acide azoteux. — M. **Ferreira da Silva** a examiné l'action sur une nombreuse série d'alcaloïdes du réactif proposé par M. Lafon pour la morphine et la codéine, le sulfosélénite d'ammoniaque; avec divers alcaloïdes, ce réactif développe des colorations caractéristiques.

3° Sciences naturelles. — M. **H. Fischer** a étudié l'évolution des organes hépatiques des Mollusques nudibranches pendant la période larvaire libre, en particulier sur l'*Æolis exigua;* ses recherches lui ont montré que le foie de l'adulte est formé en grande partie par le lobe hépatique gauche de l'embryon; par suite, le foie des Nudibranches est homologue de celui des Lamellibranches. — A propos de la note de MM. Prillieux et Delacroix, donnant le nom de *Botrytis* au Cryptogame parasite du hanneton (11 mai), M. **A. Giard**, qui avait déterminé ce parasite comme un *Isaria* (Soc. de Biologie, 11 avril), rappelle que les formes Isaria et Botrytis ne sont pas des êtres distincts, mais des stades évolutifs différents de Champignons ascomycètes mal connus; pour le parasite du hanneton en particulier, la forme Botrytis s'observe dans des conditions de végétation défavorables; les milieux de culture fortement azotés donnent un meilleur rendement en spores que les pommes de terre employées par MM. Prillieux et Delacroix. — M. **J. Vesque** examine divers genres de la tribu des Clusiées, en particulier le genre *Tovomita* au point de vue des caractères *épharmoniques* et propose une classification de ces genres, fondée sur la phylogénie. — M. **E. Pée-Laby** a étudié les éléments de soutien de la feuille de diverses Dicotylédones; il décrit diverses formes de fibres et de cellules scléreuses. — M. **G. Hallauer** a constaté que, si l'on arrose les feuilles de mûrier dont se nourris-

sent des vers à soie exempts de pébrine avec une infusion à froid des lichens du tronc des mûriers, ces vers se remplissent de corpuscules de pébrine; M. Hallauer propose en conséquence de cultiver le mûrier en taillis, pour éviter la production des lichens sur les troncs. — M. **H. Quantin** indique que l'on peut facilement émulsionner le sulfure de carbone dans l'eau au moyen de l'huile et du carbonate de soude; l'émulsion ainsi obtenue est très toxique pour les parasites aériens des végétaux. — M. **L. Cayeux** a trouvé dans la craie du Nord de la France l'oxyde de titane sous trois formes cristallines distinctes, inégalement disséminées dans les diverses assises crétacées.

Mémoires présentés. — M. **Louis Ducos du Hauron** soumet au jugement de l'Académie un travail sur la photographie des couleurs. — M. **E. Granges** adresse une note ayant pour titre : Récipients permettant de déverser au dehors les gaz plus lourds que l'air qui s'y dégagent ou s'y accumulent. — MM. **Villoch** et **Molina** adressent un mémoire sur la reproduction des anguilles. — M. **J. Géraud** adresse une note sur un système d'aérostats dirigeables. — M. **Lembert-Roguin** adresse une note sur la direction des aérostats.

Séance du 8 *juin* 1891.

1° Sciences mathématiques. — M. **F. Caspary** : Sur deux systèmes d'équations différentielles dont les fonctions hyperelliptiques de première espèce forment les intégrales. — M. **Perrotin** : Eclipse partielle du 6 juin, observée à Nice. — M. **Charlois** : Observations de la nouvelle planète, découverte à l'Observatoire de Nice le 19 mai 1891. — MM. **G. Rayet** et **L. Picart** : Observations de la comète Brooks, 1890, II, faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux. — M. **O. Callandreau** applique la théorie de la capture des comètes périodiques de M. Tisserand à l'étude des étoiles filantes. — M. **V. Serrin** présente un nouveau système de balance de précision à pesée rapide; l'innovation consiste essentiellement dans l'emploi d'une petite chaîne dont une extrémité est fixée à l'un des bras du fléau, tandis que l'autre glisse le long d'une colonne verticale par l'intermédiaire d'un curseur muni d'un vernier; la manœuvre de ce curseur remplace l'emploi des poids divisionnaires et du cavalier.

2° Sciences physiques. — M. **C. Miculesco** a repris la question de la détermination de l'équivalent mécanique de la chaleur; comme Joule, il a échauffé de l'eau par un travail mécanique, mais il a produit cet échauffement beaucoup plus rapidement de façon à éviter les corrections; le travail était fourni par un moteur électrique Gramme monté sur deux couteaux horizontaux passant par son axe. Ce travail était mesuré par la force nécessaire pour empêcher le système de s'incliner; la mesure de la quantité de chaleur était faite à température constante, avec un courant d'eau froide enlevant la chaleur à mesure qu'elle est produite. M. Miculesco a trouvé ainsi pour l'équivalent mécanique de la chaleur la valeur 426, 7; le nombre de Joule, corrections faites pour ramener les températures au thermomètre à air à Paris, est 426, 5. — M. **E. Bouty** a étudié les propriétés diélectriques du mica jusqu'à la température de 400°; jusqu'à 300°, la constante diélectrique ne varie qu'extrêment peu; de 300° à 400°, les mesures sont très difficiles à effectuer avec précision; il est possible que la conductibilité du mica augmente un peu, mais ce ne peut être que dans des limites très étroites. — M. **P. Germain** propose, pour employer aux grandes distances le transmetteur téléphonique sans pile de Bell, de diviser l'embouchure en plusieurs parties, munies chacune du même système, et de grouper en tension les divers circuits ainsi obtenus. — M. **H. Faye**, à propos d'une discussion survenue entre deux météorologistes étrangers sur la théorie des cyclones, insiste sur la nécessité de distinguer des vrais cyclones dont l'angle de déviation est de 90°, les aires de basses pressions, dans lesquelles les brises soufflent irrégulièrement et coupent les isobares sous un angle plus ou moins aigu. Il expose la marche des courants aériens qui transportent sans cesse vers les pôles l'air chaud de l'équateur; il montre comment ces courants, déviés d'abord vers l'ouest, puisque l'air en montant part d'un point où la vitesse de rotation est moins grande que dans les couches supérieures, puis deviés vers l'est par l'effet de cette rotation, présentent une double courbure; de la différence de vitesse d'un bord à l'autre résultent des tourbillons dont les spires, d'abord larges, vont vers le bas en se rétrécissant et en augmentant de vitesse; ce sont là les cyclones dont il a exposé récemment le diagramme complet, avec toute la série d'épiphénomènes qu'ils présentent latéralement. — M. **R. Varet** a étudié l'action de l'ammoniaque sur quelques combinaisons des sels halogènes de mercure; il a obtenu des produits d'addition avec le cyanure de mercure et le chlorocyanure de mercure et de baryum. — M. **A. Besson** décrit un nouveau procédé de préparation des chloroiodures de silicium, qui consiste à distiller du chlorure d'iode sur du silicium cristallisé chauffé à une température voisine du rouge.

3° Sciences naturelles. — M. **L. Guignard** : Sur la nature morphologique des phénomènes de la fécondation. (V. Soc. de Biologie, 13 juin.) — MM. **J. P. Morat** et **Doyon** ont trouvé que le sympathique cervical contient des fibres inhibitoires du muscle ciliaire; si l'on observe les images de Purkinje de l'œil d'un chien pendant que l'on excite le sympathique au cou, on voit s'agrandir l'image cristallinienne ; ce nerf aurait donc un rôle actif dans l'accomodation pour la vision au loin. — M. **H. Prouho** avait signalé antérieurement un Bryozoaire marin qui pond ses œufs au dehors et dont l'évolution larvaire se fait par conséquent en vie libre; il a retrouvé deux autres espèces qui offrent la même particularité; les embryons de ces trois espèces, distinctes l'une de l'autre, passent par un stade caractéristique, que l'on peut considérer comme le type larvaire des Bryozoaires à développement libre, et qui est la forme décrite sous le nom de *cyphonautes*. — M. de **Lacaze-Duthiers** rapporte que l'on a pêché à Banyuls un exemplaire du genre très-rare *Kophobelemnon* (Alcyonaire) ; cet exemplaire est conservé vivant dans l'aquarium du laboratoire. — M. **Ch. Brongniart** communique diverses remarques qu'il a faites sur les criquets en Algérie, relativement à l'attitude pendant le vol, au phénomène de la ponte, etc. Par dépêche, il annonce qu'il a trouvé quantité de pèlerins morts, tués par le cryptogame *Botrytis*. — MM. **Gallippe** et **L. Moreau** ont cherché s'il existait des parasites bactériens dans les cristallins malades enlevés chirurgicalement ; ils en ont trouvé dans la plupart des cas. — M. **A. Rommier** rappelle qu'il a été le premier à proposer le solution aqueuse de sulfure de carbone contre le phylloxéra : aujourd'hui ce mode de défense des vignes tend à se répandre. — M. **A. Gaudry** signale la découverte du premier grand mammifère fossile en Tunisie, le Mastodonte du Chérichira; il a visité le gisement. — M. **J. Seunes** résume dans un tableau la série des assises du crétacé supérieur des Pyrénées occidentales et expose diverses considérations sur la nomenclature des étages qu'elles représentent. — M. **A. Lacroix** a étudié les enclaves de syénites néphéliniques trouvées au milieu des phonolithes du Hohgau et de quelques autres gisements ; de cette étude il tire la conclusion qu'un même magma peut donner soit de la syénite néphélinique, soit de la phonolithe, suivant les conditions qui ont présidé à son refroidissement.

Nominations. — M. **Moissan** est élu membre de l'Académie pour la section de chimie.

Mémoires présentés. — M. **Devaux** adresse un mémoire sur un « Siphon à réservoir pneumatique ». — M. **A. Pernot** adresse la description et les plans d'un « Nouveau moteur à gaz ». — M. **Baudran** adresse un mémoire sur la photographie de couleurs. — M. **C. H. Steinbrueggen** adresse une note sur un procédé de

son invention ayant pour but de faire disparaître les pucerons de la vigne. — M. **H. Moulin** adresse une note ayant pour titre : « La force élastique des gaz vient de la tension de la molécule et est indépendante du poids atomique ». L. Lapique.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 13 juin 1891.

M. **L. Guignard** a observé chez le Lys le rôle que jouent les sphères attractives dans le phénomène de la fécondation; les deux centrosomes de la cellule pollinique fécondante sont situés en avant du noyau, dans le sens de la progression dans le tube; ceux de l'oosphère sont situés au-dessus de son noyau; par suite, quand la cellule mâle pénètre dans la cellule femelle, le contact s'établit d'abord entre leurs sphères respectives, et c'est après leur fusion que s'accomplit celle des noyaux. M. Guignard fait remarquer que ces observations rendent au protoplasma un rôle important dans la fécondation, et que le phénomène peut être généralisé, puisque M. H. Fol vient d'observer des faits analogues chez un oursin. — MM. **H. Héricourt** et **Ch. Richet** ont constaté que les cultures tuberculeuses contiennent une substance soluble dialysable, résistant à une température de 125°, qui est plus toxique pour les lapins tuberculeux que pour les lapins normaux. — M. **Roque da Silveira** présente un cobaye dans le péritoine duquel il a été inoculé, suivant les indications de M. Straus, du jetage d'un cheval morveux; trois jours après, l'orchite caractéristique a apparu; le péritoine est sain. — M. **L. F. Henneguy**, dans des observations portant sur la division indirecte des noyaux du parablaste de la truite, a reconnu qu'il peut exister plus de deux sphères attractives agissant sur un même noyau, que dans ce cas les figures achromatiques se comportent vis-à-vis de ces sphères attractives exactement comme la limaille de fer des spectres magnétiques vis-à-vis des pôles des aimants; il s'agit donc bien de véritables centres d'attraction. — A la suite de la communication de M. Grigorescu (16 mai) sur les variations du temps de réaction chez les malades atteints de myélite, et l'importance de ces variations au point de vue du diagnostic, M. **Bloch** et M. **Grigorescu** discutent la valeur des indications fournies par les diverses méthodes connues et la possibilité de déterminer la vitesse de transmission nerveuse sensitive.

M. **Railliet** est élu membre de la Société.

L. Lapicque.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 19 juin 1891.

M. **Serrin** présente une nouvelle balance de précision à pesées rapides. Lorsque l'équilibre est atteint à un décigramme près, l'auteur a recours, pour remplacer les derniers poids, au poids d'une petite chaîne qu'on déroule à volonté, jusqu'à ce que le poids de la partie déroulée représente exactement les derniers poids qu'il faudrait ajouter. L'extrémité de la chaîne porte un curseur qui se meut sur une règle verticale divisée. Connaissant le poids de la chaîne entière et la longueur de la course extrême du curseur, on obtient, par proportionnalité, les poids correspondant aux diverses positions du curseur et on les inscrit une fois pour toutes sur la règle. Un autre avantage qui résulte de la présence de cette chaîne, c'est d'amortir les oscillations. — M. **Schwedoff** fait fonctionner sous les yeux de la Société l'appareil qu'il a imaginé pour rendre compte de la formation des cyclones. Un cristallisoir de dimensions assez considérables contient une hauteur d'eau de 15 à 20 centimètres, et est animé d'un mouvement de rotation continu autour de son axe vertical. Un système de conduits permet, pendant la rotation, d'injecter ou au contraire d'aspirer de l'eau par un ajutage excentrique disposé dans le fond du vase. De la sciure de bois disséminée dans le liquide servira à manifester les mouvements du liquide. Lorsque l'orifice de l'ajutage est vertical, les tourbillons qui prennent naissance sont faibles; ils deviennent beaucoup plus intenses si l'orifice est orienté horizontalement. Par analogie, on doit admettre que, dans l'atmosphère, ce sont les déplacements horizontaux qui donnent naissance aux cyclones. D'ailleurs, les observations directes sur la vitesse de déplacement des nuages montrent que ces vitesses atteignent des valeurs suffisantes pour permettre cette formation des cyclones. — M. **G. Weiss** expose ses recherches sur l'excitation électrique des muscles. On admet généralement que l'élément qui fait varier la grandeur de la contraction est surtout la force électromotrice, tandis que l'intensité n'aurait qu'une importance secondaire. M. Weiss est amené, au contraire, à conclure de ses recherches que c'est l'intensité qui influe et non la force électromotrice. Il expose à la Société les diverses méthodes qu'il a mises en œuvre. Il s'est servi d'abord des décharges d'un condensateur. En se plaçant dans les conditions où la loi d'Ohm peut être considérée comme applicable au condensateur, l'intensité est donnée par une formule simple en fonction de la différence de potentiel, de la capacité, et de la résistance du conducteur. Il est facile de faire varier ces divers éléments à volonté, de manière que la loi de variation d'intensité pendant la décharge soit connue; mais on a un passage brusque d'intensité de 0 à 1 au commencement de la décharge; cette période fausse la plupart des expériences, sauf en un cas très particulier. Pour connaître la loi de la variation d'intensité du courant traversant un muscle, M. Weiss interpose ce muscle sur le trajet d'un conducteur qui relie à la terre un point A pour lequel la loi de la variation des potentiels est connue en fonction du temps. La loi de la variation du courant traversant le muscle est évidemment la même que la loi de variation du potentiel du point A. Au procédé employé par M. d'Arsonval pour faire varier le potentiel du point A, et qui consiste à faire occuper à ce point diverses positions dans une colonne de mercure dont les extrémités sont maintenues à des potentiels fixes, M. Weiss préfère substituer un appareil formé par la superposition d'un grand nombre de lames de cuivre alternant avec des feuilles de papier paraffiné; les deux extrémités sont reliées au sol, tandis que le centre est relié à une source d'électricité. Sur la tranche des lames de cuivre se déplace un frotteur. C'est ce frotteur, porté ainsi à chaque instant à des potentiels différents, qui constitue ici le point A. Cette méthode, qui consiste à intercaler directement le muscle sur le conducteur même qui relie le point A au sol, et qui fait que le muscle se trouve traversé par des courants connus, semble à l'auteur préférable à la méthode de M. d'Arsonval, dans laquelle un condensateur se trouve intercalé entre le muscle et la terre. Ce condensateur, destiné à fournir la mesure de la quantité d'électricité, serait loin d'atteindre le but. En terminant, M. Weiss formule nettement ses conclusions : ce qui importe, c'est l'intensité du courant, c'est le mode d'établissement de ce courant depuis la valeur zéro jusqu'à i, puis les variations de i; en un mot, pour que l'excitation soit complètement déterminée, il suffit de déterminer la fonction $i = f(t)$. Les valeurs de i importent seules, peu importe comment elles sont atteintes, qu'on ait été obligé ou non de recourir à un rhéostat. — M. **d'Arsonval** répond à la communication précédente. Avant de réfuter les critiques adressées à ses recherches personnelles, il reprend rapidement l'exposé des travaux antérieurs, et montre comment on a été nécessairement amené à attribuer à la force électromotrice, et non à l'intensité, la cause des variations de l'excitabilité musculaire. Il rappelle l'ingénieuse méthode de M. Chauveau, qui permet de faire varier à volonté la force électromotrice, tout en laissant la résistance rigoureusement constante. Il signale l'importance de la profonde dissemblance entre les deux pôles, au point de vue de l'excitation des nerfs : le pôle positif coupe

l'excitation; au contraire, le pôle négatif développe une hyperexcitabilité. Il montre comment cette influence polaire intervient bien plutôt que l'intensité absolue du courant, pour rendre compte des observations diverses faites sur l'excitabilité des nerfs et des muscles de la grenouille préparée à la manière de Galvani. De plus, on sait que, lorsqu'un nerf a été traversé pendant quelque temps par un courant continu, les conditions d'excitabilité sont absolument modifiées; aussi doit-on rejeter ces courants pour recourir uniquement aux flux instantanés. C'est alors que M. Chauveau a indiqué un dispositif dont celui de M. d'Arsonval n'est qu'une modification. Les deux pôles d'une pile sont reliés à la terre, l'un d'eux, au travers d'une longue résistance. On produit les variations dans la valeur du potentiel en opérant la prise de potentiel en différents points au moyen d'un fil muni d'un interrupteur à levier. Au-delà de l'interrupteur, le fil se rend au nerf, puis celui-ci est relié à une sphère conductrice isolée, de dimensions variables. De la sorte, on connaît les deux éléments du flux d'électricité qui traverse le nerf : le potentiel et la quantité d'électricité. A la sphère M. d'Arsonval substitue avec avantage un condensateur de capacité variable. Puis, comme la décharge instantanée du flux primaire pourrait encore produire une polarisation et modifier l'excitabilité du muscle, l'auteur s'est servi, dans ses expériences récentes, de l'excitation du circuit secondaire d'une bobine d'induction. Ce courant secondaire fournissant, pour un seul flux primaire, deux flux consécutifs de sens contraire, ne saurait produire aucune polarisation. Enfin, relativement aux effets variables que produisent des courants d'intensité égale, mais dans lesquels cette valeur de l'intensité est atteinte par des procédés différents, M. d'Arsonval reconnaît que, sans doute, ces variations sont assez inattendues, mais malgré l'impossibilité où l'on est actuellement de les expliquer, on doit néanmoins admettre les faits constatés avec certitude.

Edgard Haudié.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MINÉRALOGIE

Séance du 11 juin 1891.

M. Gonnard envoie trois notes dans lesquelles il étudie la *barytine* et la *mésotype* des divers gisements du Puy-de-Dôme et l'*aragonite* de Neussargues (Cantal). — **M. Couttolenc** adresse un petit appareil destiné à faciliter les séparations de minéraux à l'aide de liquides denses. — **M. Dufet**, revenant sur une communication antérieure, étend à la calcite et à l'alun l'observation qu'il avait faite précédemment au sujet des variations que la taille introduit dans la valeur des indices de réfraction des minéraux tendres. — **M. Lacroix** annonce la découverte de la *christobalite* (forme pseudoquadratique de silice) comme produit de nouvelle formation dans des enclaves de grès emballés par le basalte de Mayen (Eifel). Ce minéral se trouve avec tridymite et quartz. C'est la première fois que l'on rencontre ces trois formes de silice réunies. M. Lacroix présente en outre une note préliminaire sur un nouveau minéral (*Morinite*), provenant de Montebras (Creuse) : c'est un fluophosphate hydraté d'alumine et de soude, monoclinique, qui semble formé aux dépens de l'amblygonite. — **MM. Baret et Lacroix** signalent l'existence de la *Bertrandite* à la Chapelle sur Erdre (Loire-Inférieure).

A. Lacroix.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 11 juin 1891.

1° Sciences mathématiques. — Sir **William Thomson** fait une communication sur quelques cas types qui peuvent servir à juger la théorie de Maxwell et Boltzmann sur la distribution de l'énergie.

2° Sciences physiques. — **M. William Crookes** présente une note sur l'évaporation électrique. On sait qu'il se forme des dépôts de platine métallique dans les tubes vides où sont placées des électrodes de platine et plus spécialement au voisinage du pôle négatif. Cette propriété, qui consiste en ce que les molécules de platine de la surface sont poussées hors de la sphère d'attraction de la masse métallique, ressemble d'une manière frappante à la volatilisation et à l'évaporation ordinaires; aussi peut-on l'appeler évaporation électrique. Les vitesses des molécules liquides ou solides augmentent avec la chaleur, c'est-à-dire qu'à mesure que la température s'élève, la tendance des couches superficielles de molécules à sortir de la sphère d'attraction des molécules voisines s'accroît; en d'autres termes, l'évaporation est facilitée. Le but principal des expériences de M. Crookes a été de déterminer l'action exercée par l'électricité sur l'évaporation de différentes substances. Les expériences sur l'évaporation de l'eau ont montré que l'eau, électrisée négativement, perd en 1 h. 1/2 $\frac{1}{1000}$ de son poids de plus que l'eau « isolée ». On s'est servi de tubes « vides d'eau », spécialement construits à cet effet pour étudier l'évaporation électrique des métaux. On a constaté dans tous les cas que la couche déposée avait son maximum au voisinage du pôle négatif. La différence entre les quantités de métal déposées aux deux pôles est très considérable. On suspend des masses de cadmium à des électrodes de platine dans un tube en U, vide d'air, placé dans un vase de fer, contenant de la paraffine à la température de 230° C. On fait alors passer un courant par le tube pendant 30 minutes. Voici les résultats obtenus :

	Pôle positif	Pôle négatif
Poids de cadmium avant l'expérience.	9.34	9.38
Poids après l'expérience............	9.25	1.86
Cadmium volatilisé en 30 minutes....	0.09	7.52

On a cherché aussi à déterminer les volatilités comparées d'une série de métaux soumis aux mêmes conditions de température, de pression et d'influence électrique; on a employé dans tous les cas des surfaces métalliquss égales. Les tables suivantes indiquent les volatilités comparées et les valeurs obtenues en divisant la volatilité par le poids spécifique du métal. Les chiffres sont rapportés à l'or :

Métaux	Volatilité relative	Métaux	Quotient de la volatilité relative par le poids spécifique
Palladium.....	108.00	Palladium.....	9.00
Or.............	100.00	Argent........	7.88
Argent........	82.88	Etain..........	7.76
Plomb.........	75.04	Plomb.........	6.61
Etain.........	56.96	Or.............	5.18
Bronze........	51.58	Cadmium......	3.72
Platine........	44.00	Cuivre........	2.52
Cuivre........	40.24	Platine........	2.02
Cadmium......	31.99	Nickel.........	1.29
Nickel........	10.99	Fer...........	0.71
Iridium.......	10.49	Iridium... ...	0.47
Fer...........	5.50		

Il semble n'exister aucune relation simple entre les volatilités électriques et les autres constantes connues, physiques ou chimiques. En plaçant au pôle négatif une brosse de fils d'or et en faisant passer le courant pendant 14 h. 1/2, on a obtenu une feuille d'or brillante pesant environ 3 grammes, qu'on a pu enlever des parois du tube. Si l'on se sert d'une brosse au platine, on obtient un dépôt friable et poreux. — **M. G. H. Robertson** présente une note sur l'étude chimique de la pile de Planté, au plomb, à l'acide sulfurique et au peroxyde de plomb. Il est arrivé aux conclusions suivantes : 1° Il n'y a aucune raison d'ordre chimique ou d'ordre électrique pour supposer qu'il se produise dans les réactions qui ont lieu dans la pile, d'autre sulfate que la sulfate blanc ordinaire $PbSO^4$. 2° Si l'abaissement soudain de la force électromotrice était causé par un changement dans la nature des composés chimiques qui se forment sur les lames, il serait très difficile de s'expliquer la rapidité avec laquelle cette

force électro-motrice reparaît dans une pile qui semble déchargée. 3° Les peroxydes se retrouvent en quantités appréciables dans l'éléctrolyte pendant la charge et la décharge. 4° Leur influence ne doit pas être négligée, si l'on veut se rendre compte du fonctionnement de la pile Planté. — MM. **H. E. Armstrong** et **G. H. Robertson** font une seconde communication sur la même question. Ils s'attachent spécialement à la discussion des changements chimiques qui se produisent dans la pile. Voici leurs conclusions : 1° Le refroidissement qu'on observe dans la pile Planté ne peut s'expliquer que comme un résultat de la dissociation de l'acide sulfurique dilué. 2° La diminution d'action que l'on observe ne peut être due aux changements de température, puisqu'ils résultent de réactions qui se produisent hors du circuit. 3° Il est difficile, en comparant les valeurs calculées de avec les valeurs observées, d'arriver à une conclusion définitive sur la nature exacte des changements qui se produisent dans la pile. 4° Une force électromotrice de 0,5 volt introduit dans le circuit rendrait compte de l'écart observé avec la plus haute valeur calculée. Comme il y a toujours des peroxydes dans l'électrolyte, on peut concevoir l'existence dans le circuit d'une pareille force ; mais il est possible aussi qu'il faille tenir compte de l'influence du support de plomb. 5° La diminution d'action observée doit être attribuée à la formation de peroxydes dans l'électrolyte, et à la production excessive de sulfate, production qui a lieu surtout à la la lame de peroxyde, dans le circuit local qui existe entre les supports et la pâte. — M. **Henry Nilde** présente une note sur l'influence de la température sur l'aimantation du fer et d'autres substances magnétiques. Des expériences, faites sur une barre cylindrique de fer malléable entre la température où la couleur de la barre était égal à Dλ 6895 et — 76° C. ont montré que le pouvoir magnétique diminue entre ces deux limites à mesure que la température s'élève. Des expériences comparatives sur l'attraction exercée par un électro-aimant, actionné par un courant de 20 ampères, sur des cubes de fer, de nickel et de cobalt font voir que, pour le cobalt comme pour les deux autres métaux, la force magnétique diminue entre — λ 76°C et une température où il prend une couleur qui correspond à la longueur d'onde 6141 ; mais la force magnétique du cobalt croit cependant de — 76° à + 442° C et ce n'est qu'au-dessus de 442° que commence sa décroissance régulière jusqu'aux plus hautes températures. La décroissance du pouvoir magnétique du fer et du nickel chauffés semble dépendre de la masse qui est en relation avec la force d'aimantation qu'on emploie. Le cobalt présente une diminution analogue du pouvoir magnétique si une force relativement considérable est employée pour aimanter une petite quantité de métal. La table suivante renferme les résultats des expériences faites sur de petits cylindres de fer, de nickel et de cobalt, de 0,06 pouce de long, de 0,05 pouce de diamètre et qui pesaient 1/4 de grain :

TEMPÉRATURES	FORCE D'ATTRACTION courant 5 ampères livres	courant 20 ampères livres	par pouce carré 20 ampères livres
Fer			
442° C...	0.390	0.547	
13° C...	0.437	0.601	305
Nickel			
442° C...	0.001	0.003	
13° C...	0.064	0.137	64
Cobalt			
Couleur: λ 6496	0.109	0.172	
442° C...	0.156	0.296	
13° C...	0.140	0.304	154

Rapport de la force d'attraction au poids des métaux

Fer 13° C	17000
Nickel	3300
Cobalt	8000

Richard A. Grégory.

SOCIÉTÉ ROYALE D'ÉDIMBOURG

Séance du 15 juin 1891.

Sciences naturelles. — MM. **Johnson Symington** et Dr **H. A. Thomson** communiquent une note sur un cas d'ossification endochondrale défectueuse dans un fœtus humain. — Dr **Berry Haycraft** : « Sur les sels alcalins et acides du sang et de l'urine, et spécialement sur les sels de l'acide phosphorique. » — Dr **Macfarlane** présente la seconde partie de son mémoire sur la structure, la division et l'histoire de la cellule végétale et animale ; il montre que la cellule type comprend le protoplasma, le *nucléus*, le *nucléolus* et l'*endonucléolus*, le tout entouré par la cloison cellulaire ; le *nucléolus* a un rôle important dans la division et l'union sexuelle des cellules ; l'état *multiendonucléolaire* est suivi d'un état *multinucléolaire* et celui-ci d'un état *multinucléaire*. Le Dr Macfarlane lit aussi un mémoire comparant la structure des plantes hybrides et celle de leurs parents : cette communication a un rapport étroit avec les précédentes. Il conclut en attribuant à la couleur, la période de floraison et la vigueur constitutionnelle des plantes hybrides, et à la lumière qu'elles reçoivent les particularités signalées sur les effets de l'entourage, de l'influence du sexe et de l'hérédité.

W. Peddie,
Docteur de l'Université

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

(section de manchester)

Séance du 1er mai 1891.

M. **Levinstein** fait remarquer, à propos de la discussion qui a eu lieu dans les journaux sur les impuretés de l'atmosphère à Manchester, que ces impuretés sont dues plutôt aux cheminées des maisons bourgeoises qu'à celles des fabriques. Cette conclusion est contredite par M. **Thomson** ; elle est appuyée par MM. **Bailey** et **Irvine**. — La section discute ensuite le rapport officiel sur les divers systèmes de purification des eaux d'égout, qu'on vient d'essayer à Salford. Ces essais ont été faits sur une très grande échelle.

P. S. Hartog.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 8 mai 1891.

Sciences physiques. — M. de Bezold présente un travail de M. **Jesse** sur les nuages luisants. Les observations de l'été passé ont confirmé les résultats déjà obtenus à savoir que ces nuages n'apparaissent qu'un mois avant et après le solstice d'été. La moyenne de la hauteur de ces nuages a été trouvée égale à 82 kilomètres, tandis qu'en 1889 on avait trouvé 83 kilomètres. La hauteur n'a donc pas changé. La composante principale de leur mouvement est dirigée de l'ouest à l'est; elle est de 100 mètres par seconde ; en outre il y a une composante plus faible dirigée du nord au sud.

Séance du 14 mai 1891.

M. **Kronecker** : Sur la relation de Legendre (suite).

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE BERLIN

Séance du 29 mai 1891.

M. **Weinstein** : Sur le rapport du kilogramme de Borda au kilogramme théorique. Les quatre séries d'expériences exécutées jusqu'à présent pour la détermination de ce rapport ont donné des résultats peu concordants, savoir :

— 480 milligrammes (Angleterre).
— 296 « (Suède).
+ 347 » (Autriche).
+ 11 « (Russie).

M. Weinstein a trouvé + 200 milligrammes de diffé-

rence, par des expériences nombreuses. Il paraîtrait donc que le kilogramme pratique est un peu trop grand. — M. **Arons** a observé que si, dans une solution de sulfate de cuivre contenant deux électrodes en cuivre, on plonge un cylindre en cuivre, ce dernier se dissout en se noircissant du côté de l'anode, tandis que du côté de la cathode, il y a un dépôt de cuivre métallique. Ces deux parties du cylindre sont séparées l'une de l'autre par une zone neutre. Si l'on fixe le cylindre à un axe qui lui permette de tourner avec peu de frottement, on observe pendant le passage du courant une rotation lente qui s'explique par ce fait que le cylindre devient plus léger du côté de l'anode et plus lourd du côté de la cathode. — M. König présente, pour le mélange des couleurs, un appareil de Maxwell modifié par M. **Oehmke**, lequel a l'avantage de permettre le mélange des couleurs différentes en proportions différentes pendant la rotation rapide de l'appareil.

Séance du 12 *juin* 1891.

M. **H.-E.-J. G. du Bois** expose les résultats de ses expériences sur la réflexion de la lumière polarisée sur des surfaces cristallines. La lumière d'une lampe à zircon fut polarisée par un prisme de Lippich, tandis qu'un nicol ordinaire servait d'analyseur. M. du Bois trouva que la lumière, réfléchie sous une incidence presque orthogonale sur les surfaces naturelles des cristaux de pyrite, montrait une rotation du plan de polarisation. Cette rotation dépend de l'azimuth ; elle est égale à C $\sin 2\alpha$, α étant l'azimuth et C une constante. La grandeur de la rotation dépend de la longueur d'onde de la lumière employée. Pour la lumière bleue, le phénomène est l'inverse de celui qu'on observe pour la lumière rouge. La constante C a des valeurs différentes pour les surfaces différentes du même cristal. M. du Bois croit que le phénomène est dû à la réflexion différente dans deux directions perpendiculaires l'une à l'autre. La tension ne donne pas lieu à la rotation du plan de polarisation : car un petit miroir en acier tendu fortement ne donna pas la moindre rotation. — M. **Scheel** a déterminé le coefficient de dilatation de l'eau par la méthode dilatométrique. Les températures furent mesurées à l'aide d'un thermomètre à hydrogène. Il a obtenu les mêmes résultats que M. Thiesen, qui s'est servi de la méthode hydrostatique :

Température	Thiesen	Scheel
10	266	269
15	874	867
20	1772	1767
25	2932	2935

M. **Feussner** a déterminé la résistance spécifique des alliages de nickel et de cuivre. La résistance croît progressivement avec la quantité du nickel jusqu'à un maximum pour une quantité de 40 % de nickel. Elle reste alors à peu près invariable jusqu'à 60 % de nickel et décroît ensuite rapidement. Le coefficient de température décroît rapidement si la quantité de nickel augmente. Pour 10 à 13 % de nickel, la courbe a un point d'inflexion. Pour 37 % et 49 % de nickel, le coefficient de température est égal à zéro.

Dr Hans Jahn.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 4 *juin* 1891.

1° Sciences mathématiques. — M. **Gegenbauer**, à Innsprück, envoie un mémoire : « Sur les fonctions circulaires ». — M. **Binder**, à Wiener-Neustadt : « Sur la théorie des courbes planes circulaires de troisième ordre d'espèce $p = o$ ».

2° Sciences physiques. — M. **Puluj**, de Prague, annonce qu'il a réuni en un seul mémoire l'ensemble de deux communications qu'il a précédemment faites ; son mémoire a pour titre : « Sur les actions de forces électromotrices de direction constante et sinusoïdales dans un conducteur doué de selfinduction ». — M. **Georgievics**, de Bielitz : « Expériences d'oxydation dans la série de la quinoline ». L'auteur a soumis à l'oxydation par le permanganate de potasse un certain nombre de dérivés de la quinoline, obtenus par une substitution dans le noyau benzénique, et il tire des résultats obtenus jusqu'ici les conclusions suivantes : 1° Les dérivés de la quinoline, provenant d'une substitution dans le noyau benzénique, comme la quinoline elle-même, ne donnent pas en toutes circonstances de l'acide quinolique, quand on les oxyde par du permanganate de potasse ; 2° la marche de l'oxydation dépend de la position et de la nature des groupes substitués, et par suite aussi, des conditions dans lesquelles elle est conduite.

3° Sciences naturelles. — M. **Von Ettingshausen** envoie un travail qu'il a fait en commun avec M. **Franz Krašan**, à Graz, intitulé : « Recherches sur les déformations dans le règne végétal ». — M. **Johann Robitschek** envoie la communication suivante : « Une étude soigneuse sur le *Phylloxera vastatrix* apporté d'Amérique en France avec des plants américains, étude faite sur des préparations microscopiques me permettant un grossissement énorme, et aussi par la microphotographie, m'a conduit à la conclusion que le *Phylloxera vastatrix* n'est pas une *Rhynchota*, comme on l'a cru jusqu'ici, mais appartient aux *Pseudonevroptères*, sous-ordre : *Corrodentia*. famille : *Termitidæ*. (espèce : *Calotermes*) : phylloxera vastatrix. Les *calotermes* ont les nids les plus imparfaits et ils pratiquent d'étroits chemins dans le bois. Le broiement des brins de racines et la perforation des racines principales par l'insecte fécond explique la destruction des vignobles. » — M. Robitschek dépose ensuite un pli cacheté pour établir sa priorité, et qui porte pour titre : « Contribution à la connaissance du *Phylloxera vastatrix*. » — Le secrétaire de la classe, M. Suess, dépose un mémoire ayant pour titre : « Contribution à la classification morphologique des bivalves », extrait des écrits posthumes du Professeur **Neumayr**, avec une préface de M. Suess.

Emile Weyr,
Membre de l'Académie.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE SAINT-PÉTERSBOURG

Séance du 20 *mai* 1891.

Sciences naturelles. — M. Karpinski présente la note du Dr **Khrouchtchev** sur *quelques roches holocristallines de structure sphéroïde*, offrant un phénomène assez rare et encore peu étudié d'après les méthodes modernes de pétrographie. Parmi les roches décrites par l'auteur, la plus intéressante est le granite sphéroïdal provenant d'un gisement des monts Altaï. Une étude détaillée, microscopique et chimique, de ce granite a fourni à M. Khrouchtchev, outre des données intéressantes sur la structure sphéroïdale en général, encore quelques faits nouveaux relatifs à la structure du quartz et du plagioclase. Les résultats des observations faites sur ce dernier sont surtout importants comme confirmation de la théorie bien connue de Tchermak. La note *in extenso* sera publiée dans les *Bulletins* de l'Académie. — M. **Pleske** présente le cinquième fascicule de son *Ornithographia rossica*, contenant la description des représentants des genres *Locustella* et *Cettia* de la faune russe. Ce fascicule termine la description des *Sylviniiaes* de l'Empire russe en même temps que le tome II de l'ouvrage ; il contient une planche et plusieurs figures dans le texte représentant des espèces nouvelles.

O. Backlund,
Membre de l'Académie.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier

Paris.— Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17.